DRUHÉ VYDÁNÍ.

O BOUŘKÁCH.

NAPSAL
JAROSLAV SIMONIDES,
C. K. PROFESSOR.



NÁKLADEM KNIHKUPECTVÍ E. WEINFURTRA V PRAZE-II.

LITOGRAFIE A TISK M. TŮMY V PRAZE.

KNIHOVNA »EPOCHY«.

Rediguje J. JINDRA.

Číslo **4.**

O BOUŘKÁCH

A ELEKTŘINĚ ATMOSFÉRICKÉ.

NAPSAL

JAROSLAV SIMONIDES,

C. K. PROFESSOR.

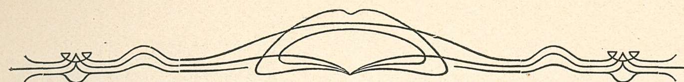


PRAHA 1904.

NÁKLADEM ČESKÉHO KNIHKUPECTVÍ E. WEINFURTRA, PRAHA-II.

VODIČKOVA UL. 37.

Knihtiskárna Alberta Malíře, na Král. Vinohradech.



PŘEDMLUVA.

Spisek tento je druhé přepracované a značně rozmnožené vydání rozpravy „O bouřkách".

V době uplynulé od prvního vydání spisu toho rozmnoženy naše vědomosti o elektřině atmosférické hlavně řadou vzduchoplaveb konaných za účely vědeckými. Při těchto vzduchoplavbách poznáno, že se elektrický spád ve značných výškách blíží nulle, čímž nejrozšířenější do té doby theorie (Exnerova) padla. V době, o které tu řeč, poznán vliv ultrafialového světla a paprsků kathodových a radioaktivních na vodivost elektřiny vzduchem; vliv tento vysvětlen vznikem elektrických iontů, jichž užito pro vysvětlení elektrických úkazů ovzduší. Vše to kázalo spisek značně rozšířit.

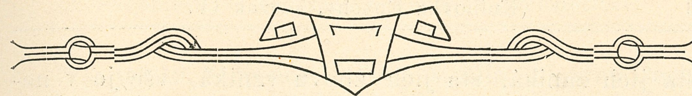
S několika stran jsem byl upozorněn na to, abych u širokých kruhů čtenářů těchto statí nepředpokládal velikých předběžných vědomostí, nýbrž vše nutné vysvětlil v poznámkách. Na přání to bylo už proto nutno míti zřetel, že mnohé výzkumy, k nimž bylo třeba přihlížeti, jsou roztroušeny po časopisech, tedy nesnadno přístupné. Abych však nerušil postup ustavičnými poznámkami, položil jsem je na konec spisu.

Slovo „bleskovod" jsem zavrhl a užívám důsledně slova „hromosvod". Čech slovem „hrom" neoznačuje toliko zvuk, t. j. vlastní hrom, nýbrž i blesk, a neřekne nikdy „udeřil blesk", ale vždy „udeřil hrom", „hrom strašně bije", „aby tě hrom", „hrom do toho" atd.

Přeskočí-li mezi mrakem a zemí elektrická jiskra, je provázena světlem i zvukem; na náš lid patrně hrom působil dojmem mohutnějším, hroznějším a proto nazval celý úkaz hromem. Hrom i blesk, oba jsou následky elektrického výboje; zabit-li tímto výbojem člověk neb zapálen-li dům, neučinil to hrom, avšak sám blesk také ne. Energie vzniklá vyrovnáním rozdílů potencialů promění se v teplo, jímž se vzduch rozžhaví (jiskra) a zápalné hmoty vzplanou.

Proto je náš „hromosvod“ slovo tak správné jako rancouzské „paratonnerre“ i německé „Blitzableiter“





1. Bouřný mrak.

Slunce sálá s jasné oblohy, nebe je světlemodré, téměř průhledné, jen sem tam malý bělošedý mráček zaokrouhleného tvaru, jenž jako přikován k obloze nehýbe se z místa; ani lístek se nehne v hustých korunách stromů. Je bezvětří a parno nesnesitelné. Pojednou vznikne na samém kraji obzoru mrak temný, téměř černý, rychle roste, zastírá větší a větší část obzoru a blíží se k zenithu.

Mezi tím přibylo malých nehybných mráčků roztroušených po obloze, jež se rychle spojují s mrakem hlavním, který neustále roste a nabývá barvy tmavošedé až černé; toliko jeho kraje jsou ještě žlutavé. Mrak neroste toliko plošně, nýbrž také prostorně. Vysílá ze sebe stále různé pitvorné výběžky, jež rychle mizejí, čímž pozbývá svých pravidelných obrysů; kraje jeho se stávají trhanými, menší části se od hlavního mraku oddělují a mizejí jakoby odloučeny od něho se rozpouštěly. Pod hlavním mrakem se objevují výběžky barvy světlejší, jež jakoby byly zemí přitahovány pod něj klesají a dosti rychle mizejí. Mrak patrně není jednoduchý; skládá se z několika vrstev čím vzdálenějších tím hustších a temnějších.

Je-li pozorovatel pod mrakem, zdá se mu, jako by celý mrak klesal stávaje se pořád temnějším; s ním zří zároveň veliké množství jiných mraků, jichž původ nemůže udat, byť úkaz pozoroval sebe napjatěji. Mraky tyto se pohybují, aniž lze směr pohybu přesně stanovit;

sta jich zaniká, sta jich znovu vzniká, vše je v neustálém zimničném pohybu, nikde klid, nikde odpočinek — mrak má trvání jen neustálou změnou.

Jakmile se mrak přiblížil zenithu, zaburácí vítr rovněž tak nestálý jako mrak sám; směr jeho se ustavičně mění. Jsou to jednotlivé nárazy vzdušných proudů přicházejících každou chvíli s jiné strany. Dešť se už spustil ve velikých řídkých kapkách, množství jeho roste — už se proměnil v lijavec.

V tom rozryl už blesk oblohu od zenithu až k zemi, hrom temně zaduní, velkolepé divadlo přírodní počíná. Po nejsilnějších blescích se obyčejně síla deště zdvojnásobí, nebo přestal-li na chvíli, počíná zase. Čím více blesků zasvitlo, čím častěji hrom zaduněl, tím světlejším stává se bouřný mrak. Pojednou se počne trhat, modrá obloha opět prosvítá; zbývající mraky, ve které se bouřný mrak rozpadl, stávají se menšími a světlejšími, až znenáhla úplně zmizí.

Často bývá také vznik bouřného mraku prudký, beze slučování se s jinými mraky; měníť se páry ve vrstvách, jimž se blíží, rychle ve mrak, takže v době velmi krátké pokryjí celou doposud jasnou oblohu.

A. Bérard píše o bouřce, kterou pozoroval v Mexickém zálivu: „Bouře počala objevením se ohromné spousty mraků, jež postupně rostly a byly rozměrů přesně omezených. Téměř pokaždé, kdy se zablesklo a zahřmělo, vystoupil ze středu této spousty ohromný nepravidelný sloup s úžasnou rychlostí. Dalekohledem bylo uvnitř znamenat veliký pohyb, jakoby se v něm převalovaly ohromné kotouče dýmu. Kotouče ty byly obrysů tak přesných, že se zdálo, jakoby to byly balony z lehoučké látky, kterou napínal plyn snažící se uniknout.“

Jinak mají se věci, neprochází-li bouře zenithem pozorovatele. nýbrž pohybuje-li se pouze na kraji obzoru. Tu se nezřídka s mrakem objeví hned blesk nejčastěji plošný; často ani blesk nevidíme a slyšíme toliko vzdálené dunění hromu.

Můj bratr, farář v obci Tvarožné mezi Brnem a Slavkovem, sdělil mi, jak se v Tvarožné jevila strašná

bouřka, jež 19. července 1903 zpustošila polovinu Čech a část Českomoravské pahorkatiny. Na večer se na severozápadním obzoru objevilo na modrém nebi několik přesně ohraničených mraků, jež se podobaly řadě vysokých hor bizarrních tvarů, z nichž nejsevernější přiléhal k nízkému táhlému mraku. Mraky byly nehybné a neměnily znatelně svých tvarů. Po celý večer až k půlnoci šlehaly z mraků těch blesky; hromu slyšet nebylo. Strašná tato bouřka dospěla na zhoubné své cestě od hranic českobavorských k 8. hod. do Žďáru, kde jsem ji pozoroval. Ode Žďáru se brala dále k Novému Městu (na Moravě) a přešla opět do Čech k Poličce. Po 9. hod. přišla bouřka druhá, jež způsobila kolem Žďáru nejvíce škod; po 11. hod. pak přišla třetí a po půlnoci čtvrtá.

Dne 22. srpna 1903 jsem jel mezi 7.—8. hod. večer s bratrem z Pohledu do Žďáru. Na severozápadním obzoru jsme viděli mraky téhož tvaru, jak jsem je právě popsal. Blesky z nich ustavičně šlehaly, nejčastěji však z mraku nejsevernějšího, jenž vynikal dlouhou čarou nepatrně nad obzor. Soudili jsme, že asi kolem Prahy zuří bouřka a kroupy. Skutečně noviny naši domněnku potvrdily. Zuřilať tou dobou strašná bouřka, avšak ne kolem Prahy, nýbrž na severozápadních hranicích Čech, kde způsobila hrozné škody kroupami.

Někdy vznikají také mraky současně v několika bodech oblohy a spojují se pak nebo působí o sobě a mění se rychle v řasy, kupy a slohy (cumulostratus).

Často je z rána nebe zcela jasné, a teprve k polední se počnou tvořit řasy s vlákny silně rozvětvenými. Pod touto vrstvou se počnou tvořit kupy (cumuli), jichž počet a rozsah se ustavičně zvětšuje, při čemž se stávají temnějšími, až zakryjí celou oblohu. Někdy tvoření se bouřky trvá několik dní, zvláště vznikají-li jen bouřky místní; úpal sluneční při tom bývá nesnesitelný.

M. Hossard udává jako příznak bouřky, že se z dolních vrstev mraků náhle a z různých středů

utvoří paprskovité výběžky, jimiž mohou vejít ve styk dosti vzdálená místa ovzduší.

Anglický fysik Forster přirovnává bouřný mrak k sýru přeplněnému červy.

B. Franklin míní, že bouřný mrak je značného rozsahu, a že jsou pod ním mráčky menší někdy v několika vrstvách, jež sestupují dosti blízko k zemi. Náhled tento však není správný, neboť je známo dosti případů, kdy vyšlehl blesk z nepatrného mráčku; sám se pamatuji, že se v Třebíči as r. 1883 zablesklo časně z jara po poledni z malého mráčku dvakrát po sobě. Podobný případ pozorován as před pěti lety ve Žďáru na Moravě; téměř v poledne za jasné oblohy zahřmělo jednou velmi silně, a nelze arci pochybovat, že se též zablesklo.

A. Hanisch, inspektor třebíčského panství, muž v přírodních vědách sběhlý a svědek zcela hodnověrný, mi sdělil, že se za jeho pobytu v Čechtíně u Třebíče udály dva podobné případy. Jednou za jasného nebe zahřmělo jen jedenkrát a pár volů ve stáji nalezen mrtev; podruhé se případ podobný udál v únoru, a padla mu za oběť jedna kráva. Tamní lid označuje podobné blesky názvem „suché rány", z čehož patrno, že nejsou zvláště vzácné.

Haidinger podává zajímavou zprávu o bouři, jež pozorována 27. srpna 1827 v Admontu. Blesky bily mezi dvěma mraky, z nichž jeden nebyl nad zemí víc než 30 *m*, druhý ve výši asi 730 *m*; blesk přeskakoval od dolního mraku k hornímu neb od dolního k zemi. Podobný úkaz pozorován ve Štyrsku na hoře sv. Uršuly.

Marcorelle sděluje případ, že za zcela jasného nebe z jediného malého mráčku udeřil blesk a zabil ženu, jíž popálil prsa aniž sžehl její šaty.

Dupperey vypravuje: „Když jsme r. 1818 meškali v úžině Ombay-ské, uzřeli jsme jednoho listopadového večera malý bílý mrak, z něhož všemi směry sršely blesky. Přes silný vítr postupoval mrak jen zvolna ku předu drže se u veliké vzdálenosti od ostatních mraků; byl okrouhlý a veliký as tak, jako

se nám jeví slunce. Blesky z něho šlehaly asi půl minuty a s posledním bleskem zmizel také mrak."

Bergmann byl svědkem, jak udeřil blesk za jasné oblohy z velmi malého osamělého mraku do věže.

V Pornicích u Morkovic uhodil o prázdninách r. 1891 blesk, při čemž (prý) nebylo na obloze ani mráčku, a zabil dělnici, jež spěchala na pole vázat.

Kapitán Hossard sdělil Aragovi, že sestupuje r. 1834 s jedné hory pohoří Jurského viděl jak se kolem temene sousední hory (Colombier de Gex, 1600 *m*) tvoří malý chumáč mraků, z něhož za několik okamžiků po jeho vzniku vyšlehl blesk.

Co se týče výšky bouřných mraků, nelze stanovit nic přesného. Haidinger pozoroval v Alpách mrak, z něhož bily blesky ve výši 28 *m*. Já sám viděl r. 1875 v alpském údolí blíže kláštera sv. Kříže udeřiti blesk z mraku jistě ne vyššího než 100 *m*. Chappe pozoroval v Tobolsku bouřné mraky ve výši 214 *m*. Humboldt nalezl na skalách hor Andských stopy blesku ve výši 4800 *m*, Saussure na Mont Blanc-u ve výši 4500 *m*. Lambert určil v Berlíně výšku mraků na 1600 a 1900 *m*, D' Abbadie v Ethiopii 1900—2200 *m*, Klein na 2400 *m* a výjimečně i na 3800 *m*.

Lze též tvrdit, že výška těchto mraků nepřestoupí z pravidla 5000 *m*; u nás bývají obyčejně mezi 1200 a 2000 *m*.

Nebude snad od místa zmínit se zde o blescích, které šlehají z mraků vystupujících z jícnů sopek. Mraky tyto — zvláště před nebo při výbuchu — dávají přečasto vznik blesku a hromobití. Uvedeme některé z případů snešených Aragem.

Bracini, očitý svědek výbuchu Vesuvu r. 1631, vypráví, že ze sloupu dýmu vystupujícího z jícnu sopky, jenž mohl býti v atmosféře sledován do vzdálenosti 160 *km*, často vyrážely blesky, jež zabily několik zvířat a lidí. G. Valetta píše o výbuchu Vesuvu r. 1707, že z mraku popelu vznášejícího se nad sopkou, často šlehaly blesky, jež ozařovaly celé okolí

a byly provázeny rachotem. W. Hamilton, jenž byl svědkem hrozného výbuchu téže sopky r. 1779, praví, že s plápolající lávou vystupovaly z jícnu kotouče kouře tak černého, jak jen si lze představit, a že z nich v okamžiku, kdy opouštěly jícen, šlehaly klikaté blesky. Týž pozorovatel slyšel za výbuchu r. 1794 strašné rachocení, jež lze přirovnat jen k nejsilnějšímu rachocení hromu, kdežto při výbuchu r. 1799 nebyly blesky doprovázeny žádným značnějším rachotem.

O novějších výbuších jsou stejné zprávy zajisté každému známy z novin. A co tu řečeno o Vesuvu, platí ve stejné míře o Etně i o všech jiných sopkách.

Zmínku zasluhuje též zvláštní světélkování bouřných mraků, jež Arago dokládá mnohými příklady. Rozier pozoruje v Beziers-u bouřku uviděl na svahu pahorku, jímž byl obzor na jedné straně omezen, svítící bod, který se zakrátko rozšířil na celé světélkující pásmo, nad nímž se brzy utvořilo pásmo druhé. Za 15 minut, po kterou dobu úkaz trval, přeskočil z krajů pásma vnitřního třikráte blesk. Též Nicholson viděl podobné světélkování mraků za silné bouřky. Beccaria tvrdí, že viděl často za temných nocí, zvláště v zimě, srocování se mraků ve mrak jediný, jenž pak vydával dosti silné červené světlo, při čemž bylo lze čísti prostředně veliký tisk. Major Sabine viděl podobné světélkování ve Skotsku, a přirovnává je ke světlu, jež vzniká odrazem severní záře od mraků; podotýká však výslovně, že v pozorovaných případech o nějaké skutečné severní záři nemohla býti řeč. Robinson pak pozoroval v Irsku několikrát fosforeskující mlhu.

Já však, ač pečlivě už po leta pozoruji téměř každou bouřku, neviděl jsem nikdy světélkující mraky.

2. Elektřina atmosférická.

Již v dobách, kdy byla nauka o elektřině ještě v počátcích, poznána podobnost blesku s elektrickou jiskrou. Prvními, kdo totožnost blesku s jiskrou tušili, byli Vall a Grey. Nollet už jest o totožnosti přesvědčen, a uvádí řadu vlastností oběma společných; dle náhledu jeho je zdrojem atmosférické elektřiny tření vzduchu o vzduch.

Prvý však, jenž se pokusil totožnost obou zjevů dokázat, byl Benjamin Franklin; onť praví v podstatě takto:

„Dráha blesku je klikatá neb vlnitá; taková také jest elektrická jiskra vycházející z nepravidelného tělesa.

Blesk přeskakuje k nejvyšším a hlavně špičatým tělesům; také špičatí vodiči nejsnáze přijímají a vydávají el. jiskru.

Blesk zapaluje. (Franklin zapálil jiskrou leydenské lahve líh, střelný prach, ano i dřevo.)

Blesk i el. jiskra přeskakují nejraději k dobrým vodičům.

Blesk taví kovy. (Franklin roztavil el. jiskrou tenké lístky kovové vložené mezi skleněné desky.

Blesk tříští tělesa, do nichž uhodil; el. jiskra také.

Osoby zasažené bleskem nezřídka osleply. (Franklin oslepil el. jiskrou holuba.)

Blesk mívá často v zápětí smrt zasažených osob neb zvířat. (Franklin zabil el. jiskrou slepici a psa. Jelikož dovedl el. jiskrou zabit myš suchou, nikoli však mokrou, soudí, že je s výhodou míti při bouřce šat mokrý.)

Blesk i jiskra elektromagnety odmagnetuje.

Franklin se však nespokojil touto obdobou a učinil ještě další krok — naučil nás elektřinu sváděti s mraku k zemi a s ní tu činit pokusy.

Již Bergen pozoroval, že zelektrisovanou drsnou tyčí nelze zapálit líh. Jallabert znal různost úkazů vznikajících přiblížíme-li se elektrickému tělesu tyčí s konci kulatými nebo špičatými; důsledky z toho vyvoditi nedovedl. Teprv Diviš a Franklin, oba vynálezci hromosvodu, poznali, že vodiči opatření hrotem rychle odnímají elektřinu jiným tělesům a elektřinu svoji pak rychle tratí. Franklin do-

kázal, že nelze zelektrisovat kouli, na níž leží jehla; Diviš pak nastrkav si do vlásenky přes 20 jehlic překazil pokusy pátera Františka.

Ani Diviš ani Franklin nedovedli úkaz správně vysvětlit, avšak dovedli ho znamenitě užít.

Franklin navrhl již r. 1749 „svésti blesk s nebe pomocí kovových hrotů" připevněných k železným tyčím na střeše domu nebo věže. Sám chtěl k pokusu užiti věže, jež se právě ve Filadelfii stavěla; nechtěje však čekat na ukončení stavby, pokusil se dosáhnouti téhož účelu drakem, jehož před ním užil už Wilson (1749) pro stanovení teploty ovzduší. Obávaje se výsměchu, kdyby se pokus nezdařil, zhotovil potajmu se svým synem draka, jejž vypustil za blížící se bouřky v červnu 1752. Ač mrak rozhodně bouřný stál nad drakem, nepozoroval Franklin ani stopu elektřiny. Již považoval pokus za nezdařený, když zpozoroval, že kolmo od provazce odstávají vlákna. Přiblíživ se prstem ke klíči visícímu na konci provazce, obdržel jiskru; později, když provazec deštěm zvlhl, přeskakovaly s klíče jiskry dosti silné. Při svých pokusech s drakem upevnil Franklin v jisté vzdálenosti od konce konopného provazce provazec hedvábný, jejž držel v ruce; klíč pak visel na konci provazce konopného volně ve vzduchu. Elektřinou sršící z klíče nabil leydenskou lahev, pomocí níž zapálil lih (12. dubna 1753). Později upevnil na svém domě tyč, kterou spojil s el. zvonky, aby jej samočinně přivolaly k pozorováním. Jedenkrát konstatoval silné el. napjetí, ač nebyla bouřka a padal sníh.

Franklin vyslovil také domněnku o vzniku atmosférické elektřiny; mínil, že vodní páry vystupujíce do výše stávají se řidšími a tím elektrickými.

V pokusech Franklinových pokračoval v Americe Kinnersley v šedesátých letech osmnáctého století.

Prvním, jenž elektřinu s mraků svedl, nebyl však Franklin, nýbrž Dalibard. Tento dal totiž v Marly-la-Ville postaviti dle Franklinova návrhu železnou tyč délky 13 *m*, jejíž spodní konec byl umístěn ve dřevěné budce; tyč udržována ve svislé poloze několika hedvábnými provazci. Strážcem a pozorovatelem stroje zvolil Coiffier-a, jenž se mu zdál nad jiné k té službě způsobilým, poněvač sloužil 14 let u dragounů. Dne 10 května 1752 mezi 2. a 3. hod. odpolední objevil se nad tyčí bouřný mrak, a Coiffier i přivolaný později místní lékař dostali s tyče jiskry dlouhé skorem 40 *mm*. O týden později pozoroval Dalibard totéž v Paříži, kde na svém domě upevnil tyč dlouhou celkem 31 *m*. S tyče přeskakovaly jiskry, ač nad ní stál jediný mrak a nehřmělo ani se neblýskalo. Pokusy tyto budily v Paříži značný zájem.

Monnier zavěsil kovovou hlásnou troubu dlouhou asi 2 *m* isolovaně nad zemí, a shledal na ní patrné známky elektřiny. Dále pozoroval, že člověk stojící na pryskyřicové desce a držící v ruce dřevěnou tyč omotanou drátem stal se za bouřky tak silně elektrickým, že z něho přeskakovaly jiskry k blízkým vodičům. Později shledal, že muž stojící při bouřce na isolující desce jakmile vztýčil ruku stal se elektrickým tak, že ke druhé ruce přiskakovaly lehké předměty.

Canton obdržel r. 1752 jiskry pomocí draka, Vilson pak užitím železné tyče upevněné v hrdle lahve; oba pozorovatelé dokázali, že se při bouřkách vyskytují mraky nabité elektřinou kladnou i zápornou. Canton také vyslovil domněnku o vzniku atmosférické elektřiny; myslit, že zvýšením teploty vzduchu se zvyšuje i jeho elektrické napjetí.

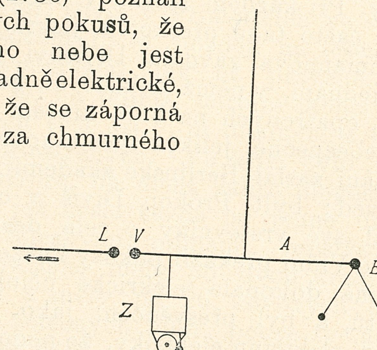
De Romas první vložil drát dovnitř provazce, na němž byl upevněn papírový drak plochy $1^1/_3\ m^2$; konec provazce byl hedbávný, a konec drátu byl připevněn na plechovém válci visícím volně ve vzduchu. Dne 7 června 1753 vypustil draka do výše 175 *m* a obdržel s plechového válce jiskry, jichž praskot bylo slyšet na 200 kroků; ač byl De Romas vzdálen na 1 *m* od provazce, měl pocit, jakoby se pohyboval v pavučinách. Při jednom pokusu vehnán drak do výše větší as o 30 *m* než obyčejně, a válec visel asi 1 *m* nad zemí; pojednou se pod ním vztýčila tři stébla

délky 75, 130 a 300 *mm* a nedotýkajíce se navzájem poskakovala jako loutky. Toto divadlo, jež průvodcům De Romas-ovým skytalo nemalou kratochvíli, trvalo asi 15 min., načež nastal slabý dešť. De Romas měl opět pocit, jakoby se pohyboval v pavučinách, a uslyšel silný praskot, z čehož soudil, že se elektrické napjetí zvyšuje, a že není bez nebezpečí pokračovat v pokusech. Proto doporučil svým průvodcům, aby odstoupili do větší vzdálenosti. Sotvaže se tak stalo, učiněn divadlu náhlý konec, jímž de Romas postrašen. Nejdelší ze stébel bylo totiž válcem přitaženo, a v témž okamžiku slyšeny tři výbuchy podobné hromu. Jedni přirovnávali třeskot výbuchu prskavky, druzí k ráně, jakou způsobí džbán, když se rozbije o dlažbu. Jest jisto, že rány byly slyšeny uprostřed města, ač se pokusy dály za denního hluku. Výbuch byl doprovázen světelným úkazem, a stéblo, jež způsobilo výbuch, pohybovalo se podél provazce vzhůru střídavě přitahováno a odpuzováno, a dosáhlo tak výšky asi 200 *m*; kdykoli se provazci přiblížilo, vznikl výbuch nový, avšak slabší. Po celou dobu pokusů se nezablýsklo ani nezahřmělo. Po výbuchu pozorován zápach po síře, podobný zápachu vznikajícímu přechodem elektřiny s kovového válce do vzduchu. Celý provazec byl obklopen válcem svíticího vzduchu, jenž měl 80 až 100 *mm* průměru. De Romas se domníval, že by tento světelný úkaz byl potmě daleko skvělejší. Pod válcem nalezen otvor do země hluboký 26 *mm* a široký 37 *mm*. Posléze drak spadl a provazec se omotal kolem výběžku střechy. Když byl odtud vyprostěn, ucítila osoba jej držící ránu tak silnou, že jej hned pustila; provazec pak padl na nohy několika osobám a i ty ucítily rány. Dne 26. srpna 1756 svedl De Romas s oblohy celé ohnivé prameny 3 *m* dlouhé a 25 *mm* široké.

Při pokusech nebyl nikdo poškozen; De Romas totiž hned při prvém pokusu obdržel hroznou ránu, takže se další pokusy dály s velikou opatrností. Monnier a Bertier při podobných pokusech poraženi k zemi, Richmann pak 6. srpna 1753 zabit.

De Romas a po něm Cavallo, Saussure a Schübler dokázali, že kladné elektrické napjetí přibývá s výškou; totéž pozorovali také Biot a Gay Lussac při své větroplavbě. Oba tito učenci připevnili k elektroskopu v loďce drát dlouhý asi 45 *m*, jehož konec volně visel s loďky; elektroskop jevil tím silnější záporné napjetí, čím výše stoupali.

Le Monnier (1752), De Romas, Cavallo (1757) a Muschenbroek (1756) poznali již ze svých pokusů, že za jasného nebe jest ovzduší kladně elektrické, a tvrdili, že se záporná elektřina za chmurného



Obr. 1. Schema Hommerova přístroje pro zjištění elektřiny v ovzduší.

počasí promění hned ve kladnou, jakmile se vyjasní.

Richmann užíval při svých pokusech následující přístroj. Střechou isolovaně prostrčena tyč, jež vyčnívala $1^1/_2$ *m* nad střechu, a jejíž druhý konec sahal do podkrovní světnice. K tomuto konci připevněn řetěz, jenž spojoval tyč s Richmannovou pracovnou; jelikož byla tato dost odlehlá, veden řetěz mnohými místnostmi jsa isolován sklem nebo pečetním voskem, až posléze stropem sveden do pracovny. Proti řetězu postaven kovový svodič, jenž mohl býti spojen se zemí. Přerušené toto spojení však později zavinilo Richmannovu smrt.

Podobný byl přístroj (obr. 1), jejž zbudoval Hommer ve fysikalním kabinetě v Mannheimu. Na silném skleněném sloupu upevněna železná tyč dlouhá

9 *m* a opatřená mosazným hrotem; tato spojena v kabinetě pomocí jiné tyče síly 13 *mm* s vodorovnou isolovanou tyčí *A*, jež na koncích opatřena koulemi. K jednomu konci tyče této připevněny na vláknech kuličky *E**) sloužící za elektroskop a přístroj zvonkový *Z*; proti kouli *V* stála koule *L* spojená se zemí. Kdykoli se nad strojem objevil bouřný mrak, rozstouply se kuličky *E* ať už hřmělo či ne. Byl-li mrak silně elektrický, přeskakovaly mezi *L* a *V* jiskry a zvonky zvonily. Při každém blesku v okolí škublo to kuličkami *E* a často také přeskočila jiskra.

Smrt Richmannova zavdala Divišovi podnět ke zvláštnímu pojednání, v němž dokazoval, že zřizování vysokých tyčí opatřených na hoře hrotem a dole isolovaných je nebezpečné, jelikož tyče takové blesk přitahují. Pojednání zaslal Berlínské akademii, avšak neobdržel odpověď; bylť Prokop Diviš v oboru elektřiny předstihl své vrstevníky o celá desítiletí. Již r. 1750, kdy ve Vídni překazil pokusy kněze Františka, dokázal, že zná dokonale elekrické účinky ostrých kovových hrotů, a byl přesvědčen, jako jehlami ve vlásence odvedl elektřinu elektriky, že podobně větším počtem hrotů lze odelektrisovati mraky.

Ve svém spise „Magia naturalis“ praví: „Jelikož jsem poznal, že se blesk svojí podstatou od elektrického ohně neliší, odhodlal jsem se zhotovit na základě pokusů stroj, jenž by odváděl bouřky. S provedením úmyslu toho jsem nějakou dobu posečkal, abych poznal, co svedou jiní.“

Z dopisu Oetinger-ova vysvítá, že v červenci 1753 měl už Diviš svůj stroj promyšlený do nejmenších podrobností, a ze spisů Divišových pak lze dokázat, že už před r. 1750 pomýšlel na jeho sestrojení; proto je zajisté mylná domněnka Poggendorff-ova, jakoby byl Diviš sestrojil svůj hromosvod na základě Winkler-ova „Programma de avertendi

*) Přístoj tento se podobal zvonkům, jichž se užívá při pokusech s elektrikou; zvonek spojený s tyčí se stane elektrickým a přitáhne kovovou kuličku zavěšenou na vodivé nitce.

fulminis artificio“, nehledě ani na to, že Winkler v uvedeném spise navrhuje zařízení, jež se strojem Divišovým nemá nic společného.

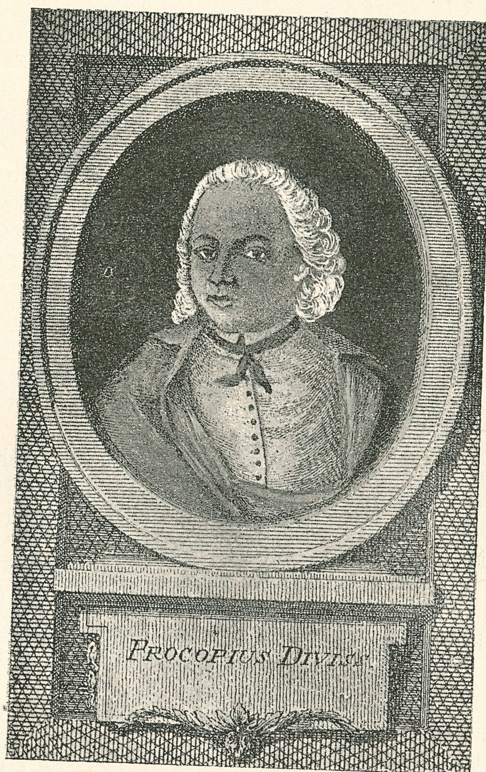
Stroj Divišův (obr. 2) se skládal ze železného válce 630 *mm* délky a 158 *mm* průměru, v němž byla zalita olovem železná tyč $^3/_4$ *m* délky. K válci byla připevněna řada železných háků, na nichž zavěšeny železné řetězy délky až asi 37 *m*. Konce řetězů zapuštěny nejméně $^1/_2$ *m* hluboko do země, osypány tu železnými pilinami a hlína pak udupána. Železný válec upevnil Diviš v Příměticích ve své zahradě na trámci vysokém 15 *m*, později na lešení výšky 40 *m*. Z válce vyčnívala, jak už praveno, železná tyč dlouhá $^3/_4$ *m*, na jejímž horním konci upevněn kříž ze železných tyčí asi $^1/_4$ *m* dlouhých a 40 *mm* silných, na konci přiostřených. Ve kříži bylo souměrně rozděleno 9 otvorů, do nichž zalito olovem po jedné železné tyči, jež nesla každá po jedné dřevěné krabici naplněné železnými pilinami, prostřední tyče pak v každém rameně měly po dvou krabicích. Krabice byly stejné a měly po 26 kovových hrotech zapuštěných do železných pilin; pouze tyč uprostřed kříže nesla krabici větší, opatřenou 45 hroty. Všechny krabice umístěny takto v rovině vodorovné; jich hroty spojeny vodivě s železným válcem naplněným olovem a pomocí řetězů se zemí. Ačkoli byl tento stroj vlastně hromosvodem, myslím že nebylo od místa podat zde jeho popis, jelikož jím Diviš tak jako Franklin drakem studoval elektrický stav ovzduší.

Dne 15. července 1754 byl přístroj dohotoven, a ještě téhož dne se Divišovi naskytla příležitost vyzkoušet jeho účinnost. Kolem 2. hod. se přihnala od severu bouřka; jakmile se přiblížila ke stroji, uzřel Diviš tenké bílé pruhy směřující od mraku ke stroji. Za několik minut se nad přístrojem usadil jemný jasný mrak, bouřka se nápadně zmírnila a zmizela směrem k východu. Průběh bouřek pozdějších byl týž.

Dne 5. června 1756 vznikla okolo 6. hod. večerní bouřka. Prudkou vichřicí byla přelomena železná tyč nesoucí kříž, avšak přístroj zůstal viset na trámu asi

10 *m* nad zemí. Sotvaže stroj spadl, počala bouřka zuřit.

Také 9. června téhož roku, kdy ještě přístroj ne-

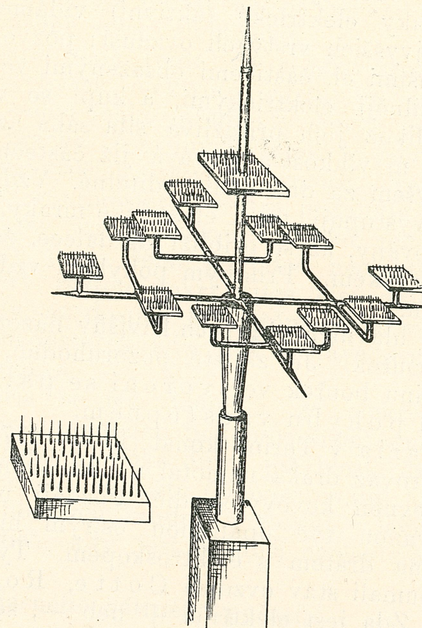


Obr. 2. **Prokop Diviš** (* 1696, † 1765), vynálezce hromosvodu.

byl opraven, stihla Přímětice prudká bouřka. Když se i 11. června počala stahovat bouřka, odhodlal se Diviš přístroj na rychlo vztyčit. Sotvaže se přístroj octnul opět na svém místě, přestaly šlehati blesky, hukot hromu ustal, temné mraky zmizely, a po bouři

zbyl jen dešť promíchaný drobnými zrnky ledu, kdežto v okolí do vzdálenosti $1^1/_2$ hod. zničena celá úroda prudkým krupobitím.

Přístroj tak působil blahodárně až do roku 1760. Rok 1759 byl velmi suchý, a lid poštván Divišovými



Obr. 3. Divišův hromosvod.

nepříznivci žádal na něm odstranění přístroje, na nějž svalována vina panujícího sucha. Diviš nevyhověl jich přání, avšak svůj vynález nezachránil, neboť v noci 10. března 1760 byly řetězy násilím strhány a tyč poškozena; vichřice panující téže noci dokonala zkázu.

Diviš rozeznával elektřinu činnou a trpnou; onu připisoval isolatorům, či lépe řečeno hmotám zelektrisovaným, tuto hmotám elektrickým. Elektrická minima vzduchu, jenž obsahuje činnou elektřinu, se dle

Diviše v letě uvolňují působením tepla a slučují se s trpnou elektřinou ve mracích, čímž vznikají elektrické (aktivní) mraky. Jsou však také mraky obsahující elektřinu passivní. Mraky tyto se tvoří z vlhkosti vystupující ze země. Tyto jsou přitahovány mraky elektrickými obsahujícími oheň aktivní a vystupují vzhůru. Mraky elektrické (aktivní) vídáme v letě z rána v nejvyšších vrstvách ovzduší; pozvolna splývají, nejmenšími el. částicemi obsaženými ve vzduchu se stávají silněji elektrickými, a kupí se v podobě horstev. Jelikož jich přitažlivá síla sahá až k zemi, přitáhnou z ní vlhkost a nastává již částečné vyrovnání, jež ovšem za dne není viditelné. Vždy nové a nové páry vystupují, tvoří elektrické mraky, jež opět jsou přitahovány, až se přiblíží tak dalece, že nastane vyrovnání bleskem. Prudkým pohybem vzduchu pak vzniká hrom.

Toť ve hlavních obrysech Divišův názor o vzniku a příčině bouřek. Je zajisté pozoruhodno, že Diviš nalézá příčinu bouřek ve *tvoření se par a prudkém jich pohybu vzestupném.*

Beccaria v Turině konal (1756—1772) pokusy s draky; provaz draka namotal na isolovanou hřídel, k níž připevněn kovový svodič. Později upevnil na věži isolovanou tyč opatřenou ostrým hrotem, jež byla spojena drátem s elektroskopem. Týmže způsobem zkoumali stav ovzduší *Cotte*, *Romayne* a *Henley*. Zda jest elektřina + neb —, soudil *Beccaria* z trsů na hrotu, jímž se přiblížil svodiči. Kdykoli se přístroji přiblížil bouřný mrak neb jeho část, pozoroval Beccaria, že se svodič spojený se hřídelí stal elektrickým. Pohyboval-li se mrak zvolna nad drakem, měnila se na svodiči elektřina kladná pozvolna v zápornou, kdežto blesk přivodil často změnu náhlou. Beccaria též zjistil, že množství „elektrického ohně“ jest ohromné i při nejslabších bouřích. Z úkazu toho, že s téhož mraku sjede k zemi někdy několik blesků aniž lze znamenat seslabení „ohně“ v něm obsaženého, soudil, že jsou mraky toliko vodiči zprostředkující výměnu elektřiny mezi dvěma místy, z nichž

jedno ji má nadbytek, druhé nedostatek. Aby to bylo lze dokázat, navrhoval, aby byly na dvou místech vzdálených od sebe as 15 *km*, jež nutno voliti v kraji často navštěvovaném bouřkami, zřízeny pozorovací stanice, jež by rozhodly současným pozorováním, ukazují-li přístroje postavené na těchto stanicích za bouřky opačné stavy elektrické.

Beccaria dále tvrdí, že z míst země, jež mají značný přebytek elektřiny vystupuje tato vzhůru berouc s sebou lehké předměty čímž vysvětluje přítomnost prachu, ústrojných látek a pod. často zjištěnou i ve vyšších vrstvách ovzduší. Tato elektřina vystupující v atmosféře vzhůru přitahuje také páry, působíc takto vznik bouřných mraků, jež opět přitahují mraky jiné, třeba původně neelektrické, čímž všemi směry rostou pokrývajíce čím dále tím větší část oblohy, až dospějí k místům země, v nichž jest elektřiny nedostatek kde pak nastává prudké vyrovnání — bouřka.

Beccaria se též domnívá, že elektřina proudí z míst ležících hluboko pod povrchem země, a uvádí na důkaz toho hluboké díry, jež blesk často způsobuje do země, a že často (?) pozorovány blesky vznikající z hlubokých studní a jeskyň. Jako výsledek svých pokusů, kdy jest ovzduší neelektrické, uvádí toliko že

1. za jasného větrného počasí,
2. je-li nebe pokryto černými a od sebe oddělenými mraky, jež se zvolna pohybují, a
3. za počasí velmi vlhkého, neprší-li.

Konečně uvádí Beccaria také denní změny elektrického napjetí, jež neodvisle od něho poznal také Saussure, a jež zaznamenal už Monnier. Saussure uvádí ze svých pozorování, že mezi dobou, kdy přestala padat rosa, a východem slunce je minimum, načež napjetí přibývá, až nastane kolem poledne maximum; pak napjetí opět ubývá. Druhé význačnější maximum vzniká z pravidla v době, kdy se počíná tvořit rosa.

Cavallo užíval pro své pokusy skládací tyč, k jejímuž hornímu konci připevněna pečetním voskem kovová koule. Tyč vystrčena z okna, pak vtažena zpět a zkoumán její elektrický stav.

Tyč takovou užívali se značným zdarem i Saussure a Volta. Saussure spojil tyč přímo s elektroskopem, jejž vynalezl Volta, a kovovou kouli na konci tyče pak nahradil po příkladu Voltově hořícím neb doutnajícím tělesem. Přístroj jeho byl tak účelný a jednoduchý, že se v poněkud dokonalejší úpravě užívá podnes na cestách. Thomson, Mascart a Palmieri nahradili sice svíčku neb doutnák kovovou nádobou s vodou neb pískem, jenž odtéká dlouhou trubicí a odvádí souhlasnou elektřinu; Exner však užívá opět hořící svíčku, do jejíhož plamene vniká konec drátu spojeného s elektroskopem.

Chtěl-li Saussure vniknout do vyšších vrstev, vystřelil šíp spojený vodivě s elektroskopem.

Volta a Saussure se také zabývali otázkou, jak vzniká atmosférická elektřina. Volta shledal, že se páry vznikající z vody vlité do žhavého uhlí stávají elektrickými, a soudil, že odpařování samo je zdrojem elektřiny, kterémuž náhledu Saussure na základě vlastních pokusů přisvědčil. Tato hypothése nalezla mnoho přívrženců a udržela se až do nejnovější doby; dospělit Palmieri a jiní svými pokusy k témuž výsledku, kdežto Configliachi a Erman správnost pozorování těch popřeli. Pouillet dokázal, že z kapaliny, v níž jsou rozpuštěny soli, vznikají elektrické páry. Faraday pak dokázal, že páry unášející s sebou částky kapaliny vzbuzují elektřinu třením o stěny a vysvětlil tak působení elektriky parní. Buff, De la Rive a Mascart shledali stopy elektřiny i v parách vytvořivších se z vody čisté.

Třeba ani dnes nedovedem s určitostí říci, zda odpařování se vody je skutečným zdrojem elektřiny, tolik jest jisto, že zdroj tento pro vysvětlení účinků atmosférické elektřiny nedostačí.

V pokusech Saussure-ových pokračovali v Anglii Crosse a Read, v Německu Heller a Schübler.

Zvláště pozoruhodné jsou výsledky, jichž se dodělal Schübler. On shledal, že při východu slunce bývá elektrické napjetí nepatrné, načež stoupá v letě až do 6 neb 7 hod., z jara a na podzim do 8—9 hod., v zimě do 10—11 hod.; současně přibývá vlhkosti v dolních vrstvách, a za chladnějšího počasí se tvoří mlha. Maximum netrvá dlouho; napjetí rychle ubývá a současně se vyjasňuje. Kolem 2. hod. je dle Schüblera napjetí z pravidla nepatrné, a ubývá ho dále, v letě do 4—6 hod., v zimě do 3 hod. Nato počne vlhkost nad údolími a lesy přibývati, tvoří se mraky, nastává večerní rosa a s ní elektrické maximum v zimě kolem 7 hod., v letě kolem 10 hod., načež elektřina zase ubývá až do východu slunce. Schübler dále také už zjistil roční změnu elektrického napjetí, a sice v lednu maximum, v květnu minimum, a upozornil i na to, že právě v lednu bývá vlhkost dolních vrstev ovzduší nejmenší, v květnu největší.

Z pokusů dosavadních nezvratně dokázáno elektrické napjetí ovzduší, poznány variace denní a noční, poznána závislost napjetí na výšce a zaznamenán jeho vztah k absolutní vlhkosti ovzduší.

Všichni dotud jmenovaní badatelé byli přesvědčeni, že vzduch je skutečně elektrický, tak jako na př. svodič třecí elektriky. Nesprávnost tohoto náhledu poznal teprv Erman (1803), jenž ukázal, že z téže vrstvy vzduchu lze dle libosti svésti k elektroskopu elektřinu kladnou neb zápornou dle toho, umístíme-li elektroskop pod nebo nad ní. Dále dokázal řadou pokusů, že v polích vzdálených od hor a stavení udává elektroskop různé napjetí toliko v různých výškách, že však pohyb elektroskopu v rovině vodorovné nemá naň vliv, avšak poblíže stavení, stromů a pod. že i tento pohyb mění rozptyl vláken elektroskopu. Poznal tedy Erman, že hladiny stejného elektrického potencialu jsou v rozsáhlých rovinách rovnoběžné s povrchem země, a že plochy tyto obalují domy, stromy a hory. Erman proto soudil, že vzduch je neelektrický, země sama pak elektrickou, a že influencí

vzniká napjetí měnící se od vrstvy k vrstvě, to jest poznal elektrické pole zemské.

Po Ermanovi se zabývala výzkumem atmosférické elektřiny nepřehledná řada učenců, methody pozorovací zdokonaleny, elektroskopy nahraženy elektrometry po většině absolutními, čímž umožněno přesné srovnání výsledků, k nimž dospěli různí pozorovatelé; tak výzkumy už uvedené potvrzeny, místy doplněny, avšak opravdu nového už práce ty mnoho neobsahují. Fysikové před Ermanem úkazy pozorovali, nástupci jeho je měřili a připravili takto cestu jich vysvětlení. Vedlo by příliš daleko, ano je téměř nemožno uvésti zde všechny ty práce; omezíme se proto jen na nejvýznamnější.

První, jenž provedl přesná měření elektrického stavu atmosféry, byl Peltier (1841). Nahradilť Voltův elektroskop elektrometrem, jejž spojoval s tyčí opatřenou hrotem, a opatřil si takto potřebné doklady pro svoji theorii o elektřině ovzduší. Pozorovací methody Peltier-ovy užíval také Quetelet, jenž se zabýval pozorováním el. stavu ovzduší po řadu let; za dobu 5 let pozoroval pouze 23krát elektřinu zápornou, a to vždy za počasí deštivého. Z pozorování, jež konal společně s Becquerel-em, poznal, že je vzduch nad mořem za jasného počasí právě tak kladně elektrický jako nad souší. Peltier potvrdil dále, že napjetí ovzduší má v lednu maximum, v červnu neb červenci minimum, pozoroval denně dvě maxima a dvě minima, a seznal, že průběh denní periody jest opačný průběhu změny teploty a že maximum jedné odpovídá minimu druhé; také seznal, že rozsáhlé mraky bývají ve svém středu záporně a na krajích kladně elektrické. Peltier-ův spolupracovník Becquerel vytknul za zdroje atmosférické elektřiny

1. vznik kyseliny uhličité organickým životem rostlin,
2. rozklad ústrojných hmot,
3. styk souše s vodou a
4. dotyk vod různé teploty.

Peltier-ova elektrometru užíval také Dellmann; místo tyče však upotřebil kovovou kouli, kterou isolovaně vyzdvihl nad elektroskop, odvedl k zemi, opět spustil a uvedl ve styk s elektrometrem. On zvlášť upozornil na vztah k teplotě; čím jasnější a studenější počasí, tím vyšší že jest elektrické napjetí. (Proto také u nás vítr SV přináší vyšší napjetí.) Dellmann dospěl k týmž výsledkům jako Quetelet. Na základě svých 20letých pozorování tvrdí, že vzduch za jasného počasí je vždy + el.; pozorujem-li přece někdy — el., vznikla zajisté prachem obsaženým ve vzduchu, jenž se (asi třením) stává záporně elektrickým.

Jak vysokého napjetí nabývá písek unášený silným větrem, měl příležitost seznat W. Siemens při návštěvě Cheopovy pyramidy. Když dostoupil vrcholu pyramidy, přihnal se prudký samum přinášeje s sebou značné množství písku z pouště. Siemens s podivením pozoroval známky silného elektrického napjetí, neboť prach narážející na stěny lahve se šampaňským vínem, kterou držel v ruce, nabil ji tak, že dávala silné jiskry. Palmieri při svých pozorováních konaných na Vesuvu seznal podobně, že přítomnost prachu neb sopečného popelu ve vzduchu má v zápětí zápornou elektřinu. Já sám pak měl dosti často příležitost přesvědčit se o správnosti těchto pozorování; neníť pro tento účel vhodnějšího místa nad Kroměříž.

Velikých zásluh o prozkoumání elektřiny ovzduší si získal W. Thomson sestrojením absolutního elektroměru kvadrantového jakož i vodního svodiče. Spojilť totiž Thomson elektrometr s nádobou, z níž dlouhou trubicí odtéká voda (nebo písek), a odváděl indukovanou souhlasnou elektřinu. Thomson zprvu hypothesu Erman-Peltier-ovu zavrhl, dokládaje, že země je sice záporně elektrická, horní vrstvy atmosféry však kladně elektrické, tvoříce takto s povrchem země ohromnou leydenskou lahev; v pozdější práci však připouští, že všechny pozorované úkazy lze vysvětlit, předpokládáme-li toliko zemi záporně elektrickou.

Thomson-ova kollektoru užíval při svých pracích také Palmieri, jenž svá pozorování konal většinou na observatoři Vesuvské. Také on zjistil, že za jasného počasí jest el. stav ovzduší vždy +, že jsou denně dvě maxima a dvě minima, že v zimě jest el. napjetí vždy vyšší než v letě, že rozdíl potencialů mezi kollektorem a zemí je tím větší, čím výše byl kollektor vyzdvižen. Současným pozorováním v Neapoli a na observatoři Vesuvské shledal, že za jasného počasí je potencial u observatoře nižší nežli v Neapoli. Neshodu tu vysvětlil Exner poukázav na to, že pozorování v Neapoli konána v pevnůstce St. Elmo, to jest na vrcholu osamoceného pahrbku vysokého as 200 *m*, kdežto observatoř vesuvská stojí na svahu hory, jejíž vrchol vyčnívá daleko nad ní; nad vrcholem St. Elmo jsou tedy plochy stejného potencialu vodorovné a stěsnané a el. svah směrem svislým velmi značný, kdežto u observatoře vesuvské mají tyto plochy průběh rovnoběžný s povrchem hory a el. svah směrem svislým je tu nepatrný.

Palmieri tvrdí na základě svých pozorování: Je-li obloha jasná, je vzduch vždy + el., neprší-li v kruhu, jenž místo dotyčné obklopuje, a jehož poloměr může být až 70 *km*. Je-li zamračeno, je vzduch také + el., avšak slaběji než za počasí jasného; perioda denní bývá pak méně zřetelná. Prší-li na nějakém místě, je tam vzduch z pravidla + el.; místo to pak jest obklopeno pásmem záporně el., jež jest opět sevřeno kruhem + el.

Důležitou pro měření elektrického napjetí je též práce Pellat-ova, jenž řadou pokusů určil rozdíl potencialů ovzduší, byl-li elektroskop spojen

1. s plamenem,
2. s kollektorem vodním nebo
3. s hořícím doutnákem.

Údaje elektroskopu pro tyto tři případy lze vytknout čísly 10 : 5 : 1; z čehož patrno, že plamenu přísluší před ostatními methodami přednost.

J. Becquerel hledá zdroj atmosférické elektřiny ve slunci; dle něho jsou hrozné výbuchy vodíku pozorované na slunci zdrojem kladné elektřiny, jež se šíří vesmírem až k zemi. Pak by se ale svah potencialů nemohl ve značných výškách blížiti hodnotě nullové, jak poznáno při větroplavbách.

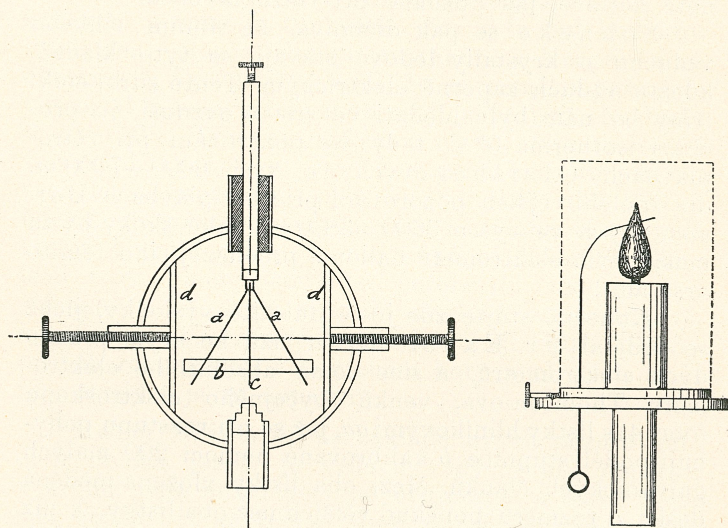
Sohncke se pak domnívá, že třením vlhkého vzduchu o krystally ledové stávají se tyto kladně, kdežto vzduch záporně elektrickým. Tento zdroj elektřiny by nám bylo hledati ve vrstvě ovzduší, jíž prochází isotherma 0° *C*, tedy dle pozorování při větroplavbách Glaisher-ových ve výši 6000—7000 *m*, dle spolehlivějších pozorování při větroplavbách Berson ových ve výšce 3600—3800 *m*. Jaké skoky by tu musil jevit elektrometr ballonu procházejícího těmito vrstvami!

Konečně stůjte zde ještě důležité výsledky, jichž se dodělal Fr. Exner. Exner užil ke svým pracím dvou elektrometrů, a sice doma absolutního elektroměru Thomson-ova, venku obyčejného elektroskopu (obr. 4) s lístky hliníkovými *aa*, jež se při rozstupu pohybují podél stupnice *b* kalibrované pomocí 200 malých galvanických článků. Mezi oba lístky vložena měděná deska *c* rozměrů poněkud větších než oba lístky, k níž možno lístky přitlačit pomocí jiných dvou měděných desek *dd* pohyblivých z venku, takže jsou při přenášení stroje úplně chráněny. Elektroskop lze drátem spojiti s plamenem svíčky neb lampy upevněné na isolované holi, do jejíhož plamene vniká konec drátu (obr. 5).

Elster a Geitel zdokonalili elektroskop tím, že isolaci ebonitovou nahradili jantarem a umístili uvnitř, opatřili elektroskop malou stříškou, a udali, jak lze opravit chyby vzniklé neúplnou isolací.

Exner zkoumal především, je-li vzduch sám elektrický, a shledal, že v prostoru, jenž byl obklopen kovovou mřížkou spojenou se zemí a takto chráněn před indukcí z venku, nelze dokázat ani $^1/_{1000}$ onoho napjetí, jež panuje v ostatním prostoru; opačný výsledek pokusů Mascart-ových vysvětluje Exner při-

tomností kouře a prachu, jehož vzduch městský není nikdy prost. **R o i t i**, jenž provedl podobné pokusy, shledal, že kollektor chráněný před indukcí udává změny napjetí jako kollektor nechráněný; kdežto však tento udával napjetí až 250 Voltů, udával onen ně-



Obr. 4 a 5. Exnerův elektroskop a svíčka na isolované holi.

kolik desetin Voltu. Lze tedy vzduch považovat za neelektrický.

Dále si položil Exner otázku, zda je průběh elektrických hladin na povrchu země takový, jaký by musil býti předpokládáme-li zemi elektrickou. Shledal tu, že elektrický svah lze dosti přibližně považovat za linearní, to jest, že elektrický potencial jest úměrný vzdálenosti od povrchu, a určil ze svých pokusů přibytek potencialu na 1 *m* výšky čísly 60—636, při čemž meze dolní dosáhne v letě (absolutní vlhkost největší), horní v zimě (abs. vlhkost nejmenší). Ostatně soudí Exner z důvodů theoretických, že by elektrický svah byl nejméně rovný 1300 *V/m*, kdyby byl vzduch

naprosto suchý. Čísla tato nutno považovat za průměrná; pozorovalť Exner sám na temeni Schafbergu svah 2000 *V/m* za počasí velmi jasného, kdežto na předhoří Thordsen na Špicberkách shledán svah 12 *V/m*.*)

Nad rozsáhlými rovinami jsou hladiny s povrchem zemským téměř rovnoběžné, obklopují stromy, budovy a hory a jsou nad vrcholem nejvíce stěsnány. Zajímavý je průběh hladin pozorovaný poblíž široké stěny skalní, jež z výše asi 200 *m* spadá téměř svisle k hladině jezera sv. Wolfganga. Stůjte zde dotyčná čísla:

5 *m* od stěny

výška *m*	25	30	40
napjetí *V*	0	0	0

35 *m* od stěny

výška *m*	25	30	40
napjetí *V*	70	80	80

100 *m* od stěny

výška *m*	25	30	40
napjetí *V*	150	200	230

Ve vzdálenosti 5 *m* od stěny není elektrického svahu a hladiny jsou tu rovnoběžné se stěnou; ve větší vzdálenosti svahu s výškou ubývá a ještě dále se jeví napřed přibytek, pak náhlý úbytek, což je patrně podmíněno nerovností stěny.

Závislost elektrického svahu na absolutní vlhkosti a teplotě vzduchu je zřejmá z tabulky následující:

*) Z těchto čísel patrno, že **E d l u n d**-ova theorie atmosférické elektřiny je nesprávná. Edlund považuje za zdroj elektřiny indukci na ovzduší následkem otáčení se země. Dle této theorie byl by svah elektrický rovný as 0·02 *V/m* tedy asi 3000krát menší než průměrná dolní mez pozorovaných hodnot.

Teplota C^0 . . .	-6	-5	-4	$+10$	$+15$	$+16$
Spád V/m . . .	532	526	292	92	93	48
Obsah vody v g na 1 cm^3 vzduchu .	3·1	3·3	3·7	5·3	5·7	7·8

Jindy za jasného dne při -5^0 C stanoven svah 560 V/m, během 45 minut pokryly mraky as $^1/_6$ obzoru, svah klesl na 333 V/m a dosáhl hodnotu 107 V/m, když byly mraky pokryly celou oblohu. V tabulce následující uvádíme průměrná čísla získaná z celé řady pozorování konaných vesměs za jasného počasí, kde R znamená rozdíl jednotlivých hodnot a hodnoty průměrné, n počet pozorování; $\Sigma\frac{R}{n}$ tedy průměrnou amplitudu změny.

Počet pozorování	Tlak par v mm	V/m	$\Sigma\frac{R}{n}$
12	2·3	325	92
6	3·8	297	42
11	4·4	197	63
8	5·5	166	53
7	6·8	116	8
14	8·4	106	17
16	9·5	97	12
12	10·4	84	9
14	11·4	74	7
10	12·5	68	10

Závislost elektrického svahu na poměrné vlhkosti podává tabulka následující:

Počet pozorovací	Poměrná vlkost %	V/m
6	44	116
11	56	138
32	64	128
30	75	120
23	85	179
8	92	249

Mezi 44—75% nelze pozorovat téměř žádný vliv poměrné vlhkosti na svah; pak vliv ten stoupá, a to proto, že největší poměrná vlhkost vzduchu bývá v zimě za nejmenší absolutní vlhkosti.

Z tabulek těchto soudí Exner, že svah elektrického napjetí směrem svislým souvisí s vlhkostí vzduchu absolutní, nikoli s relativní, a že je tím větší, čím menší jest absolutní vlhkost.

Exner vypočetl také elektrické napjetí země a shledal, že se rovná asi -9.10^9 Voltů, to jest že hmota nekonečně vzdálená ode všech elektrických hmot má napjetí o 9.10^9 (9.000,000.000) Voltů vyšší než země. Hustota μ v elektrostatických jednotkách by se pak dle toho rovnala $-0{\cdot}0035$, celý náboj země $M - 2.10^{16}$ elektrostatických jednotek, elektrický tlak na 1 cm^2, to jest síla, kterou se výše uvedené množství μ snaží vzdáliti 7.10^8 g čili $= 0{\cdot}000072$ dyn.

Sestavme si nyní přehledně vše, co víme s jistotou z prací zde uvedených. Za krásného počasí je svah el. pole zemského kladný, to jest potencialu od povrchu země do vzduchu přibývá. Svah záporný pozorován jen zřídka, je výjimkou a důkazem, že normalní stav je porušen.

V našich krajinách [přírůstek potencialu na 1 m obnáší 80 V/m, v zimě 400—500 V/m; v jiných krajinách jsou hodnoty svahu jiné. Tak nalezl Benndorf v Tomsku, v Sibiři, pro měsíc únor číslo 145 V/m, Exner na Ceylonu pro leden a únor 57 V/m, v Luxoru (Indie) pro březen 128 V/m, na Špicberkách pak 12 V/m.

Z uvedených čísel lze určit el. náboj země; připadáť za pěkného počasí na 1 cm^2 plochy země 0·00016—0·00125 abs. elektrostatických jednotek záporné elektřiny.

Ač jsou rozdíly v číslech výše uvedených značné, lze na celé zemi pozorovat maximum v době zimní a minimum v době letní. Rozdíl mezi maximem a mi-

nimem, tedy amplituda (poloviční) tohoto ročního období se v místech značné absolutní výšky zmenšuje a pozvolna mizí, jak seznáno na Sonnblicku v Alpách (3100 *m*). Na této observatoři poznána ještě jiná odchylka, že totiž minimum svahu (112 *V/m*) připadá na říjen a listopad, maximum (139 *V/m*) na duben a květen.

Vedle periody roční je však také perioda denní. Z pravidla bývá v 8 hod. ráno a v 8 hod. večer zřetelné maximum, a mezi oběma dvě minima. Leč jen v měsících letních jsou zřetelná dvě maxima a minima; v měsících zimních bývá v našich šířkách z pravidla jedno maximum a jedno minimum. V některých místech bylo po celý rok pozorováno pouze jedno minimum kolem 5. hod. ranní, a jedno maximum v hodinách odpoledních; tak v Lissaboně, v Paříži a v krajinách severních

Žádnou denní periodu nepozoroval Exner na Ceylonu a v Indickém okeaně, Benndorf pak v Sibiři; také v některých silně zalesněných alpských údolích nelze pozorovat denní periody.

Tak jako změny roční jsou i změny denní závislé na absolutní výšce místa. Na věži Eiffel-ově postaveny zapisovací stroje, jež mezi jiným zaznamenávají i elektrický potencial. Chaveau záznamy tyto zpracoval a shledal, že tu neexistují ranní maximum a polední minimum; jediné maximum připadá zde na 6 hod. večer a minimum na 4. hod. ráno. V Paříži samé jsou dvě maxima a dvě minima v měsících letních.

Exner konal delší dobu pozorování na Schafbergu (1780 *m*). Kdežto na úpatí byla zřetelně znáti dvě maxima, mizela na jeho vrcholku denní perioda téměř úplně. Ke stejným výsledkům dospěl Smith na vrcholu Dodabety v jižní Indii a Elster a Geitel na Vysokém Sonnblicku. Na Rocca di Papa asi 700 *m* nad Římem pozoroval Cancani v měsících letních dvojnásobnou a v měsících zimních jednoduchou periodu, kdežto v Římě byla po celý rok perioda dvojnásobná.

Řadou pozorování při větroplavbách pak shledáno, že se el. svah ve výškách přesahujících 3000 *m* blíží nulle. Hledáme-li příčinu variací v horních vrstvách ovzduší, můžem se tedy omezit na vrstvy do 4000 *m*.

Že povrch země má náboj záporný, jest jisto; jinak nelze kladný svah potencialu ve vzduchu vysvětlit. A že v dolních vrstvách atmosféry je svah ten téměř linearní, je rovněž jisto. Bylo však důležito poznat, je-li tomu tak i ve vrstvách vyšších. To lze vyšetřit pouze jízdami v balloně, neboť na horách je průběh hladin týž jako v rovině, jenže jsou seskupeny těsněji, čili svah absolutní je větší.

V posledních letech užity téměř ve všech evropských státech ballony na prozkoumání vyšších vrstev atmosféry, a pořádány výstupy současně v různých končinách Evropy. Weber, Tuma, Börnstein, André, Le Cadet a j. konali elektrická pozorování v balloně a shledali, že elektrický svah s výškou ubývá, a za jízdy že jest elektrometr ustavičně v pohybu; často nastává i změna znaménka. Tak zaznamenal Tuma ve značné výši za husté mlhy svah záporný, Baschin nad hustým mrakem ve výši 3700 *m* značný svah kladný, značnější než za jasné oblohy.

Jsou tedy dolní vrstvy vzduchu z pravidla záporné, kdežto vrstvy horní kladné, takže do výšek nepřesahujících 4000 *m* součet náboje země a vzduchu je rovný nulle. Ve výškách těchto se svah blíží pozvolna nulle.

Za druhé lze v ovzduší dokázat místní náboje. Zda však je nosičem elektřiny vzduch sám nebo páry vodní či prach, zůstává nerozhodnuto.

Pro vysvětlení úkazů zde uvedených zbudováno mnoho theorií, z nichž každá vysvětluje řadu úkazů, avšak nemáme doposud theorie, která by dovedla nenuceně vysvětlit úkazy všechny. O některých z nich se stala zmínka již dříve, některé novější krátce uvedem nyní.

Braun se domnívá, že je svah potencialu na určitém místě tím větší, čím nižší je teplota. Ze svých pozorování poznal jsem sám závislost potencialu na teplotě a uvedl ji v prvém vydání svého spisku 1896. Závislostí svahu na teplotě vysvětluje Braun variaci roční a variaci denní s maximem v hodinách ranních a minimem v hodinách odpoledních; avšak dvě denní maxima vysvětlit nedovede. Změna teploty však zajisté není jedinou příčinou variací svahu, a pak asi není bezprostřední příčinou, neboť jsem pozoroval o prázdninách ve Žďáře často za nižší teploty nižší svah potencialu než-li v Kroměříži.

Buisson utvořil kondensator, jehož kladnou armaturou byla velmi tenká mosazná deska, zápornou pak kus suchého ledu spojeného s elektrometrem. Před pokusem spojen led a elektrometr na okamžik se zemí, načež vržen svazek neviditelného ultrafialového světla na mosaznou desku. Světlo jí prochází a dopadá na led, který pozbývá rychle náboje. Jakmile led zvlhne, mizí účinek. Jsou tedy fotoelektrické účinky ledu značné, kdežto u vody nepatrné neb žádné. Brillouin z toho soudí, že se ledové krystally ve mračnech (řasách) stanou působením zemského náboje na jednom konci kladně, na druhém záporně elektrickými; záporný tento náboj se vlivem ultrafialového světla slunečního rozptýlí do vzduchu, a pohybuje-li se mrak dále, zůstavuje za sebou záporně elektrický vzduch jsa sám kladně elektrický.

Benndorf však na základě svých pokusů fotoelektrické účinky ledu popírá.

Exner přijal domněnku Ermann-Peltier-ovu, že země sama má záporný náboj. Je tedy země obklopena hladinami, jichž potencial je tím vyšší, čím vzdálenější jsou od země. Existence elektrického pole zemského je dnes všeobecně uznána, a množství elektřiny připadající na 1 *cm* povrchu se páčí na 0·00016 až 0·00125 abs. elektrostatických jednotek. Dle Exnera odnášejí páry část zemského náboje do vzduchu, a jelikož je polovina veškeré atmosférické vlhkosti obsažena ve vzduchu do 2000 *m* výšky, jest elektřina ta obsažena jen v nižších vrstvách vzduchu.

Domněnka tato vysvětluje dobře roční variace — čím větší absolutní vlhkost vzduchu, tím více záporné elektřiny přijde do vzduchu, tím nižší je svah — avšak variace denní vysvětlit nedovede. Ostatně vyžaduje domněnka ta, aby svah el. potencialu byl ve značných výškách větší než na povrchu zemském, kdežto pozorování vzduchoplavců dokazují opak. Máť abs. vlhkost zajisté vliv na el. svah ovzduší, avšak bezprostřední příčinou změn jeho není, právě tak jako ne teplota.

Le Cadet tvrdí, že se kyselina uhličitá vznikající spalováním a organickým životem stává kladně elektrickou, země pak záporně elektrickou, a tím vysvětluje vznik el. pole zemského a variace roční i denní, neboť množství kyseliny uhličité obsažené ve vzduchu má své roční i denní maximum. V krajinách neobydlených neb obydlených řídce by se pak elektrický svah udržoval výhradně organickým životem. Tento však je tím bujnější, čím vyšší je teplota, a měl by tedy el. svah býti v letě větší nežli v zimě. Na polarních pláních pokrytých sněhem a ledem musil by dle toho svah být rovný téměř nulle, a přec pozoroval Exner v Sibiři v zimě větší svah než na Ceylonu.

V době nejnovější užito se značným zdarem theorie iontů pro vysvětlení elektrických úkazů ovzduší.

Hertz první pozoroval, že jiskra snáze přeskakuje, dopadá-li na jiskřiště světlo, a přesvědčil se, že účinné jsou tu pouze paprsky fialové a ultrafialové.

Hallwachs seznal, že zinková deska dobře vyčištěná a čerstvě amalgamovaná tratí rychle vlivem ultrafialového světla záporný náboj, a byla-li neelektrická, že se stává kladně elektrickou.

Linss dokázal, že mosazný začazený válec, ať kladně neb záporně elektrický, ve vzduchu pozvolna svého náboje pozbývá. Válec může být i z jiného kovu; úkaz se tím kvalitativně nezmění. Rychlost, jakou se náboj rozptyluje, závisí na ovzduší; za jas-

ného počasí je totiž mnohem větší než za vzduchu neprůhledného, za mlhy, neb je-li vzduch znečištěn kouřem.

Vidíme tedy, že se vzduch, jinak dobrý isolator, stává za určitých okolností vodivým.

Linss pozoroval, že elektrický svah ovzduší je tím větší, čím menší je rychlost, s jakou vodič svého náboje pozbývá, to jest čím méně je vzduch vodivý. Rychlost tato je dostatečná, aby isolovaný vodič, jehož potencial se udržuje stálý, během 100 minut pozbyl tolik elektřiny, kolik jí obsahuje. Tedy i země ztratí za 100 minut množství elektřiny rovné jejímu náboji; je-li náboj země přes to stálý, musí se tedy ustavičně obnovovat.

Je známo, že se plyny stávají vodivými působením ultrafialového světla, paprsků kathodových, Röntgenových a Becquerel-ových. Thomson a jeho žáci získali si vedle Lenard-a, Goldstein-a, Elster-a, Seitl-a, Becquerel-a a jiných svými pracemi v tomto oboru nejvíce zásluh.

Co platí o plynech vůbec, platí i o vzduchu. Dnes je všeobecně uznaná theorie, že se plyny stávají vodivými t. zv. ionisací tak jako elektrolyty, to jest že ionty je činí vodivými. Z prací Wilson-ových vysvítá, že se v ionisovaném vzduchu pohybují ionty záporné působením stejných elektrických sil rychleji než ionty kladné. Zeleny pak dokázal, že se isolovaný vodič v ionisovaném vzduchu stává záporně elektrickým.

Co tu uvedeno, platí o uměle ionisovaném vzduchu. Elster a Geitel však tvrdí, že i volný vzduch jest ionisován, čili že obsahuje pramalinké, dílem kladně, dílem záporně elektrické částice. Tyto částice, jež vznikají rozpadáním se molekul plynových, nazýváme jako při elektrolyse ionty*), netvrdíce, že jsou totožné s ionty elektrolyse; naopak je víc než pravděpodobno, že se od sebe liší, jsouce ostatně jako ony hmotnými částicemi vysokého náboje. Elster a Geitel byli k tomuto

*) Jedn. číslo ion; skloňuje se: iontu, iontem, ionty atd.

názoru vedeni řadou pokusů provedených na volném vzduchu buď venku neb ve velikých síních. Vodič, jehož užito, byl podoben vodiči Linss-ovu. Ztráty elektrometru vzniklé nedostatečnou isolací, jež byly ostatně nepatrné, byly přesně určeny a uvedeny v počet. Ztráta elektřiny za 15 minut znásobená stem a označená písmenem a je sestavena v následující tabulku:

Datum	$+a$	$-a$	Poznámka
22. X. 99	2·77	2·64	Mlha, slabý vítr JV.
5. XI. 99	8·58	9·82	bez mraku, velmi jasný rozhled, slabý JJZ.
15. XI. 99	3·18	3·02	jemný dešť, kouř a páry ve vzduchu, slabý J. Z.
24. XI. 99	4·32	4·08	nejasno, prudký ZJZ.
21. III. 00	5·55	5·85	nepříliš jasný rozhled, čerstvý V.
31. III. 00	13·67	13·83	napolo zataženo, velmi jasný rozhled, čerstvý S.

Z tabulky především patrno, že ztráty jsou pro oba druhy elektřiny téměř stejné. Dále vidíme, že pohyb vzduchu je téměř bez vlivu, avšak že veliký vliv má jeho průhlednost. Největší hodnoty byly pozorovány, když byl vzduch zvlášť průhledný, jako v březnu v dobách úplného vyjasnění mezi nárazy bouře provázené kroupami. Na teplotě, větru a abs. vlhkosti zdá se vodivost být nezávislá. Prach, kouř, mlha vodivost snižují. Přítomností cizích tělísek vodivost vzduchu nevzniká; molekuly plynů také nejsou vodivými. Soudíme proto, že vodivým činí vzduch ionty, a sice tím způsobem, že kladně elektrické těleso přitahuje ionty záporné, záporně elektrické těleso pak ionty kladné, s nimi se spojuje a takto svého náboje pozbývá podobně jako elektrická deska pozbývá náboje v elektrolytu, není-li spojena se zdrojem elektřiny. O vodivosti ve vlastním slova toho smyslu zde tedy není řeč.

Jelikož se rozptyl elektřiny ukázal závislý značnou měrou na čistotě vzduchu, bylo lze očekávat, že se

v čistém vzduchu horském elektřina rozptýlí rychleji. Měření na Brocken-u, Säntis-u a v Zermatt-u domněnku tu potvrdila. Nalezenať čísla přes dvakráte větší než ve Wolfenbüttel-u, a zároveň poznáno, že se ve vysokých údolích oba druhy elektřiny rozptylují stejně rychle, kdežto na vrcholech se čísla značně různí; $-a$ stává se až čtyřikrát větší než $+a$.

Výška m	Místo	$+a$	$-a$	Poznámka
1140	Brocken	6·67	10·28	Slunečno, v dáli zamračeno, slabý S.
800	Weissbach	9·66	9·52	slunečno, vzduch průhledný.
2500	Säntis	8·95	35·04	slunečno, vzduch velmi průhledný, bezvětří.
3140	Gornergrat	3·28	31·26	slunečno, vzduch velmi průhledný, velmi slabý vítr.
1620	Zermatt, údolí	21·02	20·78	slunečno, slabý vítr.
80	Wolfenbüttel	8·45	9·20	slunečno, dosti jasný rozhled, bezvětří.

Čísla v poslední řádce získána za okolností nejpříznivějších.

Elster a Geitler vysvětlují úkaz takto: Vzduch normalní obsahuje kladné a záporné ionty v stejném počtu. Je-li vzduch čistý, nenalézají ionty ve svém pohybu vyjma tření žádnou překážku; za mlhy však jsou částečně neb úplně vázány k vodním kapkám, jich hmota vzrostla a pohyblivost zmizela. Dokázalit W i l s o n a L e n a r d, že při kondensaci tvoří ionty středy, kolem kterých páry kapalní. V elektrickém poli zemském se nahromadí ionty kladné patrně nejvíce tam, kde jest intensita pole největší, totiž na temenech hor, čímž je vysvětlena unipolarní vodivost na horách.

Elster a Geitel provedli na doklad svých tvrzení pokusy. Ve skleněné kouli, jež obsahuje trochu vody, jest elektroda spojena s elektrometrem a vnitřek koule vodivě spojen se zemí. Udělíme-li elektrometru náboj a zionisujem-li vzduch v kouli na př. paprsky kathodovými, pozorujem, že náboj elektrody přechází k zemi. Výboj však ihned přestane, způsobíme-li v kouli mlhu expansí jejího obsahu, a nastane hned znovu, odstraníme-li mlhu kompressí vzduchu v ní. Mysleme si dobře isolovanou drátěnou klec a v ní na hedvábné nitce zavěšený vodič. Sdělíme-li kleci a vodiči náboje souhlasné, zvětší se rychlost, sdělíme-li jim náboje protivné, zmenší se rychlost, jakou vodič elektřiny pozbývá, a sice značnou měrou. Sdělíme-li oběma na př. náboj kladný, přitahuje klec ionty záporné; tyto z části narážejí na dráty, většinou však vniknou do vnitř. Uvnitř vodiče však není el. napjetí a z klece unikne jen tolik iontů, kolik by jich uniklo z klece neelektrické. Jelikož i klec narážejícími ionty pozbývá náboje, je nutno spojit ji se suchým sloupcem Nernst-Doležálkovým neb Elster Geitlovým.

Byl li prostor kolem klece naplněn parami salmiaku, zmenšila se vodivost vzduchu o 90%; znaménko náboje při tom bylo lhostejné. Páry, zvláště byly-li uměle ionisovány, měly týž účinek.

Zavěsíme-li tuto „klec na ionty“ isolovaně a spojíme ji na 5 minut se stálým zdrojem kladné elektřiny, shledáme vzduch uvnitř záporně elektrický; do klece totiž vniklo víc záporných iontů než jich touže dobou z klece uniklo.

Jak vznikají ionty ve vzduchu volném, byla záhada, až v nejnovější době dokázal Lenard téměř současně se žáky Thomson-ovými, že se vzduch ionisuje vlivem paprsků ultrafialových. Světlo sluneční je bohato paprsky ultrafialovými, které jsou však spodními vrstvami atmosféry silně pohlcovány. Čím jasnější vzduch, tím více v něm iontů, tím rychleji pozbývá vodič náboje a tím nižší el. svah, což se s pozorováním shoduje. Také maximum svahu v zimě a minimum v letě je nutný toho následek. Dále lze soudit, že vyšší vrstvy atmosféry jsou bohatší na ionty než nižší; neboť označíme-li množství ultrafialového světla, jež

pronikne na př. k vrcholu hory Säntis (3100 *m*) číslem 100, pronikne jich do abs. výšky 1600 *m* pouze 75, do výšky 80 *m* pak toliko 40. Skutečně přibývá na vysokých horách „vodivost“ vzduchu rychleji než by se očekávalo dle zvýšené intensity el. pole zemského.

Ebert podnikl několik vzletů ballonem jedině proto, aby zkoumal el. vodivost vyšších vrstev; shledal tu, že vrstvy vyšší jsou na ionty bohatší. Totéž potvrdili Börnstein, Le Cadet a j.

Jak již podotknuto výše, poznáno z pokusů J. J. Thomson-a, Zeleného, Wilson-a a Lenard-a, že působením stejných elektrických sil se ionty záporné pohybují rychleji, což lze vysvětlit menší jich hmotou. Obklopuje-li tedy ionisovaný vzduch isolovaného vodiče, bude kladný i záporný ion ve vlastním svém el. poli k němu hnán stejnou silou, avšak záporný se bude pohybovat — pro menší svou hmotu — rychleji; vodič se nabije záporně, což Zeleny také dokázal.

Stoupá-li záporný náboj vodiče, zmenšuje se přitažlivá síla na ionty záporné, zvyšuje se síla působící na ionty kladné, a nastane stav stacionarní.

Také země přijímá ze vzduchu nejvíc elektřiny záporné a v ovzduší nabudou ionty kladné převahu, to jest vedle záporného náboje zemského máme kladný náboj ovzduší. Čím více stoupá elektrický náboj země, tím více přitahuje země kladné ionty, účinek menší jich pohyblivosti mizí, náboj země překročil své maximum a náboj i svah počnou opět klesat.

Elster a Geitel dokázali, že dešť, sníh a kroupy jsou vždy elektrické, buď kladně neb záporně, záporná elektřina však že převládá. I to je pochopitelno uvážíme-li, že ionty tvoří dle Wilson-a a Lenard-a kondensační střediska, avšak ionty záporné v míře vyšší.

Také vliv rozsáhlých mraků na el. svah — pozorovaný často při větroplavbách — lze snadno vysvětlit. Mrak pohybu kladných iontů k zemi nebrání,

avšak zadržuje odpuzované záporné ionty v dolních svých vrstvách.

Co se týče denní periody, podotýkají Elster a Geitel toto: V ranních hodinách bývá zpravidla mlhavo, a proto je veliký svah potencialu; čím výše vystupuje slunce, tím jasnější je vzduch, a tak se svah v odpoledních hodinách blíží minimu. To jest ovšem vysvětlení nedostatečné, neboť bývá zhusta celý den zamračeno a přec periodická změna svahu nemizí.

Hann upozornil na rovnoběžný průběh denní periody el. svahu s periodou barometrického tlaku. Tím jsou podmíněny proudy střídavě vzestupné a sestupné, čili periodický přibytek a úbytek iontů. Avšak ani toto vysvětlení neuspokojuje zcela; neboť je nepochopitelno, proč nelze dvojí denní periodu el. svahu pozorovati všude. Tak jsou v Batavii dle pozorování Exnerových dvě zřetelná maxima, na Ceyloně žádná, ač změny tlaku vzduchu jsou na obou místech tytéž. Zajisté tedy nejsou změny tlaku bezprostřední příčinou změny svahu. Ukázalo se také, že v poledne i za jasného nebe nastává často snížení zářivé intensity sluneční, jež později opět mizí. Tak konstatovali Elster a Geitel v měsících jarních a podzimních ve Wolfenbüttel-u zřetelnou depressi slunečního záření. Je nám tu soudit, že tou dobou vzniká ve vzduchu nějaká vrstva pohlcující sluneční paprsky, a lze míti za to, že vzestupný pohyb vzduchu zvedá s sebou prach a kouř a tím i náboj, jenž má za následek depressi el. svahu. Snad možno tak vysvětlit i úkaz, že lze na témže místě pozorovat někdy dvě zřetelná minima el. svahu, někdy však jen jedno.

Vidíme tedy, že pomocí iontů lze mnohé úkazy atmosférické elektřiny vysvětlit dost jednoduše, ač theorie ta je dosud nehotová. Vlastnosti iontů poznány totiž ve vakuových trubicích, avšak nedostává se ještě důkazů, že vše to platí též pro obyčejný volný vzduch. Tak Wilson pochybuje, že je v obyčejném vzduchu pohyblivost záporných iontů větší než kladných. Zbývá tu tedy ještě mnoho vděčné práce.

Ebert podnikl tři vzducholplavby za tím účelem, aby se přesvědčil, zda pozorování ve značných výškách vyhovují požadavkům theorie Elster-Geitelovy, když už dříve byl Tuma dokázal, že ballon sám nemá rušivý vliv na el. přístroje v loďce. Výsledky pozorování jsou tyto:

Při všech třech jízdách seznáno souhlasně, že počet kladných a záporných iontů je různý jen asi do výšky 3000 *m*; nad touto hranicí je stejný, avšak daleko větší než na povrchu zemském. V těch výškách ionty vznikají. Zvláště rychle pozbýval vodič svého náboje v horních vrstvách při jízdě třetí. Umístěn-li pozorovaný vodič v kleci nabité touž elektřinou, zkrátí se doba pozorovací tak, že je možno vykonati mnohem více pozorování.

Lutz konal v Mnichově a na jižním konci Starnberského jezera pravidelná pozorování a shledal:

1. Sestupující proudy vzduchu rozmnožují počet iontů zvláště kladných; při föhnu (jižní vítr v Alpách) a anticyklonech je vždy $-a$ větší než $+a$.

2. Za jasných dnů letních a podzimních bylo $-a$ větší než $+a$, kolem 9. hod. ráno a 4. hod. odpoledne maximum, kolem 11. hod. dop. minimum. Při západu slunce pozorováno často náhlé maximum. (Exnerovo známé „náhlé maximum“. Elster a Geitel pozorovali totéž při zatmění slunce.)

3. V hustých lesích je $+a$ tak velké jako $-a$ a hodnota jich nepatrná; domy a stromy bližší než 20 *m* mají vliv rušivý.

4. Před bouřkou jsou hodnoty a vždy veliké.

3. **Vznik bouřek.**

Bouřné mraky si nelze myslit jako elektrické svodiče; jsou to obyčejné mraky, jež se prudkou kondensací par stávají bouřnými, neboť kondensací se el. napjetí zvyšuje v témže poměru, v jakém se zmenšuje povrch, ač vždy jen v určitých mezích, má-li voda zůstati v kapkách. Dokázalť Rayleigh, že pro

každý poloměr vodních kapek lze udat napjetí, při kterém musí nastat jich rozprášení.

Již Deluc a Saussure tvrdí, že mraky nejsou snad jakási skladiště elektřiny, nýbrž že často elektřina v mraku a blesk vznikají týmž okamžikem. Dove pak praví: „Mrak vůbec není nic hotového; není to výrobek, nýbrž pochod, jenž trvá jedině svým vznikem a zánikem. Mrak se stává tím víc elektrickým, čím prudčeji se tento pochod koná, a mrakem bouřným se stává následkem rychlého svého vzniku, lhostejno, zda se při tom blýská nebo ne; také leydenská lahev může být nabitá, i když z ní jiskra nepřeskakuje. Venkované jmenují proto liják správně tichou bouří.“

Jak vzniká bouřka, lze nejlépe pozorovati při výbuchu sopky. Jícen sopky chrlí do chladného vzduchu páry zajisté vysoké teploty. Páry se rychle ochlazují, nastává jich kondensace, tvoří se mrak, jenž houstne a černá, a již z něho šlehají blesky všemi směry; nastává, arci v malých rozměrech, bouře tím prudčí, čím rychlejší byl vzestupný pohyb, čím náhlejší kondensace. Nastane li tedy v ovzduší z příčin jakýchkoli prudký vzestupný pohyb vzduchu, vzniká tím jistěji bouřka, čím prudčí pohyb ten byl a čím vlhčí byl vzduch.

Příčina takového pohybu může býti dvojí:

1. Přehřátí vrstev spodních buď přímým ozářením (insolací) jich sluncem nebo o sražením (kondensací) přesycených vodních par (Bezold, Reye).

2. Přechlazení vrstev horních buď přímým sáláním (Davis) nebo změnou skupenství klesajících hydrometeorů, totiž vodních kapek nebo ledových krystallů (Leyst).

W. Thomson (lord Kelvin) udává, že mezi dvěma koulemi je třeba rozdílu potencialů

2910 *V*,	aby	vznikla	jiskra	délky	0·5 *mm*,
4830 *V*,	„	„	„	„	1 *mm*,
11460 *V*,	„	„	„	„	3 *mm*,
20470 *V*,	„	„	„	„	6 *mm*,
25410 *V*,	„	„	„	„	10 *mm*,
31350 *V*,	„	„	„	„	20 *mm*.

Aby vznikla jiskra dlouhá sta, ano tisíce metrů, aby vznikl blesk, je zajisté třeba millionů voltů.

Nejprudčí blesky mají vždy v zápětí prudký lijavec, jenž je zajisté jich příčinou a dostavuje se na zem později toliko pro malou rychlost padajících kapek. Kondensací par se povrch vodních částic mnohokráte zmenší, potencial tedy v témže poměru vzroste; čím větší jsou vodní kapky, tím vyšší potencial.

Zbývá ovšem otázka, jak vznikl náboj vodních částic Páry vystupující z vod mají potencial země, tedy náboj rovný nulle; že by se páry staly elektrickými odpařováním se vody, dokázáno nebylo, ač se otázkou tou zabývalo mnoho fysiků. Vzestupným pohybem v el. poli země však náboj nevzniká. Tu se zvýší potencial influencí, totiž nastane jiné rozdělení elektřiny, ale celkový náboj se nezvýší; účinek na venek je téměř rovný nulle.

Také tuto záhadu řeší theorie iontů hravě. Slyšeli jsme, že v přesyceném vzduchu tvoří ionty jakási střediska, kolem nichž nastává kondensace, a sice, jak vysvítá z prací Wilson-ových, ionty záporné v míře vyšší než kladné. Byl-li původní objem vlhkého vzduchu v_1, a převedem-li jej na objem jiný v_2, nastává v ionisovaném vzduchu kondensace vody v něm obsažené v podobě mlhy, je-li

$$\frac{v_2}{v_1} = 1{\cdot}258,$$

a v podobě dešťových kapek, je-li poměr ten větší, totiž

$$\frac{v_2}{v_1} = 1{\cdot}38.$$

Wilson si položil otázku, nastane-li kondensace také ve vzduchu přefiltrovaném, ve vzduchu, jenž byl často opakovanou kondensací zbaven všech pevných kondensačních jader (prachu, kouře). Ze svých pokusů poznal Wilson, že nastává kondensace par v podobě mlhy nebo deště vždycky, jakmile poměr $\frac{v_2}{v_1}$ dosáhne

hodnot 1·258 a 1·38. Z toho patrno, že vlhký vzduch těchto jader zbavit nelze, a že se vždy utvoří znovu. Cizí tělíska, prach, kouř, tvoří sice kondensační centra, avšak hlavně jsou jimi ionty, kolem kterých se počnou páry srážeti v kapky, a ty ze vzduchu odstranit nelze, neboť se ustavičně znovu tvoří. Jelikož kondensace nastává snáze kolem iontů záporných, soudí J. Thomson, že kondensace nastává kolem těchto především, a mrak že tedy je směs záporně elektrických kapek se vzduchem obsahujícím kladné ionty; celkový náboj je tu rovný nulle. Jakmile však počnou kapky padati k zemi, vznikne na úkor živé energie volného pádu veliký rozdíl potencialů.

Že dešť není záporně elektrický vždycky, lze vysvětlit komplikacemi, jež nastávají pádem kapek a jich rozprášením, a okolností, že další expansí a dalším ochlazováním nastane kondensace i kolem iontů kladných. Zpravidla však srážky přinášejí k zemi elektřinu zápornou, kdežto za jasného počasí tato elektřina uniká do vzduchu.

Aby vznikl blesk, je třeba značného rozdílu potencialů; tento pak vzniká kondensací. Aby nastala kondensace, je třeba značného ochlazení, jež vzniká nejčastěji vzestupným pohybem vzduchu. Příčinou vzestupného pohybu pak bývá zpravidla insolace (ozáření vzduchu sluncem). Má-li insolací nastati vzestupný pohyb vzduchu, musí býti vzduch klidný a jasný; proto nevznikají bouřky v oblasti barometrického maxima ani minima, nýbrž mezi oběma. Je-li insolace silná, vyhřejí se silně dolní vrstvy vzduchu a nastane vratká rovnováha. Že vznikají před bouřkou abnormalní rozdíly teplot, dokázal Sohnke, jenž před bouřkou 3. června 1881 pozoroval na 100 *m* úbytek teploty o 1·53° C. Podobně pozoroval Assmann v celé řadě případů úbytek teploty na 100 *m* vyšší než 1° C, a 29. března 1888 dokonce 2·26° C, kdežto normalní svah tepelný u nás je v zimě 0·5 – 0·6° C, v letě 0·6—0·7° C na 100 *m*.

Jsou-li uvedené podmínky splněny, vznikne na četných místech současně vratká rovnováha vzduchu;

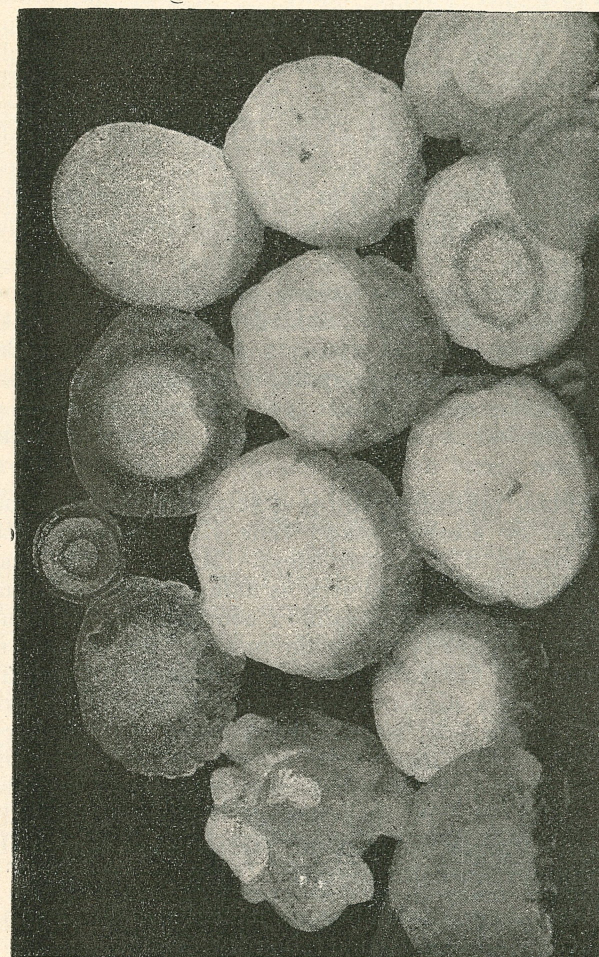
místa ta budou ležet na čáře směřující od *SSZ* k *JJV*, jelikož tu insolace působí stejně dlouho. V některých bodech této čáry bude následkem příznivých poměrů zemského povrchu insolace zvlášť účinná. Tu nastane nejdříve vzestupný proud, jenž se kondensací par stává ještě prudčím, až již unésti nemůže sražené páry; tyto pak počnou klesati k zemi zpět — bouřka vypukla.

Bezold vypočítal, že vzestupným pohybem vzduchu teplého 25° C o vlhkosti 66% nastává ve výšce 800 *m* kondensace, ve výši 4500 *m* ochlazení na 0° C; ve vzduchu chladnějším neb vlhčím mnohem dříve. Nebyl-li pohyb vzestupný dosti prudký, nenastane dešť a blesky, nýbrž jen bouřka větrná. Byl-li však intensivní, ochladí se vzduch záhy na rosný bod a kolem pevných jader (prach, kouř, ionty) počnou se tvořit kapky, které se dalším pohybem zvětšují a stoupají dál i tehdy, když už nabyly značných rozměrů; konečně však nabude tíže převahy a nastane pohyb zpětný.

Za zvlášť intensivního vzestupného pohybu ochladí se vodní kapky daleko pod 0° C — přechladí se. Že takové přechlazení existuje, lze často pozorovat na vysokých horách; také naše zimní mlhy a deště jsou toho dokladem, neboť dešťové kapky jsou při několika stupních mrazu zajisté přechlazeny, a jak dopadnou, mrznou. Při vzduchoplavbách bylo už častěji pozorováno, že ballon vniknuv do mraku pokryl se okamžitě jíním.

Z takových přechlazených kapek však dle výzkumů Assmann-ových nevznikají nikdy ledové krystally (sníh), nýbrž zrnka ledu (kroupy). Zrnka ta se další kondensací zvětšují, tvoří se na nich soustředné slupky, vzájemnými nárazy se zvětšují a několik krup se spojí v jednu. Toto složení krup vidíme zřetelně na našem obrázku č. 6, jenž představuje obrovské kroupy spadlé v Sev. Americe státě Nebrasca 2. července 1900.

Bezold se domnívá, že se v nejvyšších vrstvách, ke kterým dospěl vzestupný pohyb, utvořily často při



Obr. 6. Obrovské kroupy.

prudkých bouřích kroupy, jež při zpátečném pohybu k zemi zpravidla opět roztají a dopadnou jen poměrně

zřídka k zemi jako kusy ledu. Tak si lze vysvětlit veliké rozměry dešťových kapek při prudkých bouřkách.

Proto při bouřce náhle — ovšem na krátko — klesne teplota a horký vzduch rychle vystupuje vzhůru, kdežto v předu a v zadu vzduch ochlazený deštěm neb kroupami klesá k zemi Bouřky vzniklé v jednotlivých místech za okolností zvláště příznivých se spojí a tak povstane mohutný vír vzduchu s osou otáčení vodorovnou nebo skoro vodorovnou, jenž sám o sobě má snahu postupovati směrem, kterým leží místa silně vyhřátá, tedy směrem k východu.

O směru skutečného postupu pak rozhoduje směr panujícího větru. Vane-li vítr západní, jsou podmínky pro vznik bouřky (vlhkost vzduchu) příznivější; bouřky postupující od východu k západu jsou řídké. V čele tohoto víru má rychlost pohybu postupného opačný směr než rychlost pohybu rotačního; tu je skoro bezvětří a tím silnější vítr panuje v zadní části víru.

Průběh takového víru jeví se pozorovateli as následovně: Se strany, odkud vane vítr, počnou vystupovat mraky a tlakoměr klesá. Mraky ty se zdají často zaokrouhlené a zhusta se nálevkovitě prodlužují k zemi. Než mraky dosáhnou zenithu, vítr ochabne, ano přeskočí někdy ve směr opačný, načež nastane bezvětří; za krátko vane opět směrem původním, avšak mnohem silněji Téměř současně vystoupí tlakoměr o několik *mm*, načež opět klesne, na čarách rýsovaných barografem vznikl záhyb charakterický pro bouřku, jichž několik vyznačeno na mapce t. zv. isobront (obr. 7). Po bezvětří se dostaví dešť nebo kroupy — bouřka je nad námi, jak poznáme z rychlého sledu hromu hned po blesku.

Tento druh letních bouřek nazval Bezold „Frontgewitter“ — česky snad „bouřky čelní“.

Jsou-li jednotlivá střediska, v nichž vznikl vzestupný pohyb, od sebe značně vzdálená, neb nepřipouští-li povaha půdy jich splynutí v jediný celek, vzniká řada bouřek postupujících rovnoběžně. Fron je nazval „bouřemi bludnými“. Jich pohyb a průběh je týž jako u bouří předešlých.

Někdy se však stává, že vzduch proudící se všech stran k místu, kde vznikl vzestupný pohyb, způsobí vír se svislou osou otáčení. Směr točení je nahodilý, neboť pro nepatrné rozměry víru je vliv otáčení se země na tento vír rovný nulle. Panující vítr žene vír před sebou; víry prachu vznikající na silnicích za teplého dne jsou příkladem v rozměrech nepatrných, smrště prachové a vodní doprovázené prudkým deštěm a blesky jsou příklady virů rozměrů značnějších.

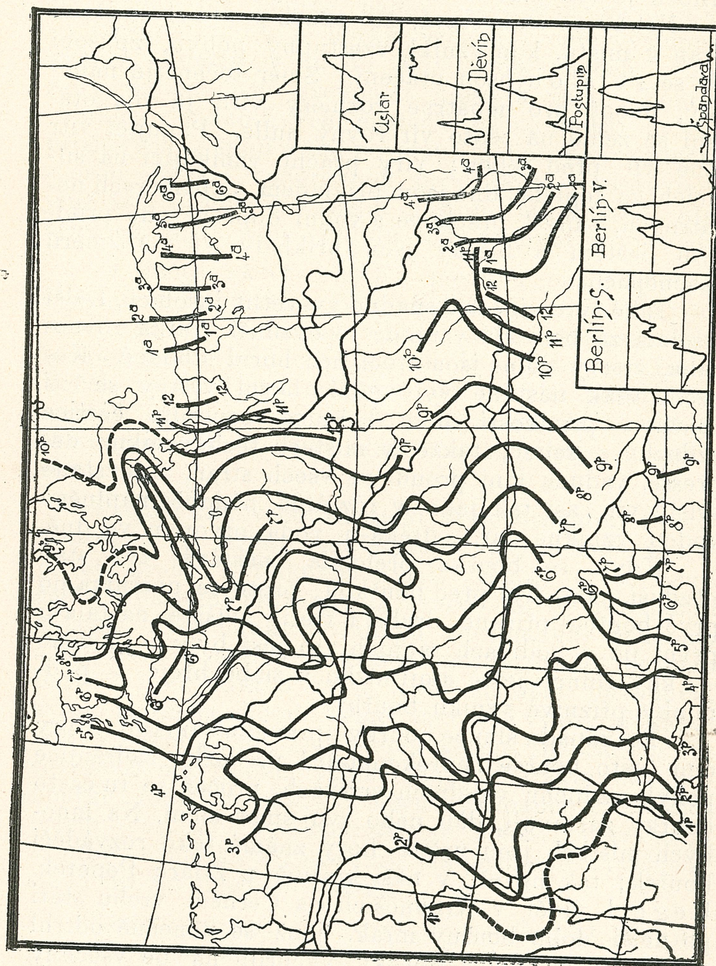
Také tyto víry lze snadno vysvětlit insolací. Delší insolací za bezvětří vznikne v ovzduší vratká rovnováha, vrstvy dolní jsou řidčí než horní studené. Konečně však nastane vyrovnání, horní vrstvy se řítí značnou prudkostí dolů berouce sousední částice vzduchu s sebou, takže v místech těch vznikne depresse, vzduch k ní proudí se všech stran, a povstane svislý vír, asi tak jako v rozsáhlé nádobě naplněné vodou vznikne vír, odtéká-li voda otvorem ve dně.

Když se bouřka přehnala, nastává týž stav ovzduší, jako byl před bouřkou; proto se nezřídka po prvé bouřce přižene druhá i třetí, zvláště nastala-li první již v hodinách ranních, to jest byly li již ráno — kdy slunce ještě stojí nízko a slabě hřeje — podmínky příznivé vzniku bouřky.

Po západu slunce bouřky zpravidla zanikají. Hory činí často bouřce nepřekonatelné překážky zadržujíce pohyb vzduchu v dolních vrstvách, pročež se tu často bouřky zastavují, dělí nebo svůj směr mění. Na mnohých místech jsou určité hory známé jako rozváděči bouřek; tak na př. v naší krajině u Žďáru Peperek. Regell viděl v Krkonoších na Černém vrchu státi po delší dobu bouřný mrak, jenž se konečně odtrhl a naraziv na úbočí Sněžky vychrlil na ně všechny své blesky.

Zmíněné isobronty jsou čáry spojující místa, kde byl touž dobou slyšen první hrom. Připojená (dle

B ö r n s t e i n - a) mapka isobront (obr. 7) objasňuje postup bouřky, jež prošla 16. července 1884 téměř



Obr. 7. Mapka isobront za bouřky 16. července 1884 dle Börnstein-a.

celou Evropou. Význačné je tu zakřivení isobront způsobené horstvem mezi Rýnem a Sálou.

Také řeky zastavují neb roztrhují často bouřku. Vzduch nad řekami je totiž v letě chladnější nežli vzduch okolní, čímž vznikají víry opačné než při bouřce; na březích je pohyb vzestupný, nad vodou sestupný. Je-li osa bouřného víru rovnoběžná s řekou, zanikne nezřídka bouřka nad ní; protínají-li se kolmo, rozdělí se bouřka ve dvě. Na mapce vidíme, že nad dolním tokem Rýnu bouřka zanikla, a že podobně působily Labe, Odra, Varta i Visla. Dunaj, který kolmo protíná průčelí bouřky, rozdělil ji ve dvě.

Rychlost, jakou bouřka pokračuje, obnáší asi 40 *km* za hodinu.

Vše, co praveno, platí o „b o u ř k á c h l e t n í c h“, jež vznikají v klidné, teplé a jasné atmosféře u nás jen v letě, zpravidla ve dne, nejčastěji v hodinách odpoledních. Většina našich bouřek jsou bouřky letní. Od nich je nám přesně rozeznávat „b o u ř k y z i m n í“, které jsou průvodiči střední části hlubokého a dobře vyvinutého barometrického minima.

Také tyto bouřky vznikají vzestupným pohybem vzduchu, avšak vzestupným pohybem cyklonů; proto vznikají jen za pošmourného počasí při silných větrech, nejčastěji poblíž obvyklých drah cyklonů, a sice tam, kde se depresse tlaku vyvine nejmohutněji, tedy na moři a pobřeží.

Pohyb vzduchu kolem barometrického minima je také vírný, avšak s osou svislou neb poněkud nakloněnou; pohyb sám je v ž d y cyklonický, opačného smyslu než pohyb hodin. Bouřky tyto jsou průvodiči velmi prudkých cyklonů a přecházejí s nimi rychlostí přesahující někdy 100 *km* přes ohromné pruhy země; jsou však rozměrů nepatrných omezujíce se na nejvnitřnější část minima, ukončují se jediným nebo dvěma blesky, a místy se přeženou i bez blesku. Jelikož jich výška je poměrně nepatrná, jejich blesky zapalují a usmrcují často. Bouřky tyto požívají u lidu špatné pověsti. A r a g o chtěje se přesvědčiti zda právem, sestavil všechny jemu přístupné zprávy o neštěstích způsobených hlavně na moři a shledal, že většina jich zaviněna bouřkami zimními. Příčina bouřek těch je

táž jako cyklonů vůbec, a nelze ji dosud přesně udat.

Uvedem na konec ještě přehledně příznaky bouřek letních a zimních.

Bouřky letní vznikají v místech, kde není ani barometrické maximum ani minimum, tedy za počasí klidného, u nás jen za jasného teplého dne, v hodinách odpoledních. Bouřky zimní vznikají tam, kde je barometrické minimum nejhlubší, tedy za počasí bouřného, pošmourného, v noci tak dobře jako ve dne.

Ve vnitrozemí známe téměř výhradně bouřky letní, na moři a pobřeží převládají bouřky zimní. Na norvežském pobřeží je počet bouřek v lednu a v červenci 198 a 646, kdežto v Moskvě, Kazani, Irkutsku a Uralsku jsou od listopadu do března bouřky neznámy. V Norvežsku napočítáno za deset let bouřek připadajících na leden 235, na červenec 1811; ve Švédsku již je poměr změněn, neboť na leden jich připadá 14, na červenec 4419. Zdá se, že také povaha bouřek je tu změněná, že nelze tak přesně rozeznávat bouřky letní od zimních, jak praví Mohn a Hildebrandson ve svém pojednání „Les orages dans la péninsule Scandinave“.

Bouřky letní vznikají vířivým pohybem vzduchu kolem osy vodorovné, bouřky zimní kolem osy svislé. Při t. zv. bouřkách bludných může též vzniknout pohyb kolem osy vodorovné; pak je však směr otáčení nahodilý, buď cyklonický neb anticyklonický, kdežto ostatní příznaky letních bouřek zůstanou nezměněné. Vířivý pohyb bouřek zimních je vždy cyklonický.

Humboldt praví, že bouře nikde nejsou tak časté jako v pásmu horkém. „Nebe ráno čisté pokryje se k poledni mraky, atmosférická elektřina dosáhne napjetí mnohem vyššího než u nás, brzy se dostaví blesky častější a světlejší než u nás, rachocení hromu je hrozné; zvláště zlopověstné je pásmo kalmů, kde se bouřky dostavují denně.“

Bouřky jsou nejčastější ve střední Americe, Polynesii a na západním rovníkovém pobřeží Afriky, kde

jich je 50, 100 i více do roka; do vzálenosti asi 40° od rovníku je průměrný počet bouřek 30—50 za rok. Uvnitř tohoto pásma jsou však rozsáhlé krajiny bouřemi přechudé; jsou to krajiny střední Asie, pouště severně od Himalajských hor, Arabie a severní Afrika, vesměs to krajiny trpící nedostatkem vody. Čím blíže k točnám, tím menší je počet bouří; insolace není už s to, aby způsobila vzestupný pohyb par. Proto bouře letní (vzniklé za bezvětří) mizejí a zbývají jen bouře zimní vznikající za hrozných atmosférických převratů, jež provázejí burany. Průměrný počet bouřek nad 40° sev. šířky udává následující tabulka:

Severní šířka	Roční počet bouřek
40—45°	30
45—50°	21·5
50—55°	18
55—60°	13
60—65°	6·1

V Bergen-u bývá průměrem do roka 6 bouřek, z těch 4 v zimě; v Irsku jsou téměř výhradně bouřky zimní, ve Skotsku převahou bouře zimní, ve Skotsku severním a na Islandě výhradně bouře zimní. Bär a Lehman pozorovali v Laponsku asi pod 68° sev. š. dne 23. června 1837 bouři, jež trvala tři hodiny. Ruský kapitan Reineke pozoroval r. 1826 na březích Bílého moře mezi 69 - 70° sev. š. osm bouří. Uprostřed Polarního moře pozoroval i bouři 27. srpna 1837 Wrangel, Bär a Zivolka na 73° 10′′ sev. š. Skoresby na všech svých polarních cestách za 65° sev. š. uzřel pouze dvakráte blesk, kdežto hrom neuslyšel nikdy; v moři Špicberském ani blesk neviděl. Kapitan Ross uviděl na všech svých polarních cestách pouze 7. srpna 1821 několik blesků na 65° sev. š.; v šířkách větších nikdy. Kapitan Parry taktéž. Franklin, jenž se v letech 1825—26 zdržoval v šířkách nad 67°, slyšel pouze 29. května 1826 jeden hrom u Fort Franklin, následujícího roku pak na témže místě. Rakouská polarní výprava se o blesku nezmiňuje.

Jsou tedy blesky mezi 65—75° sev. š. úkazem velmi vzácným, v šířkách vyšších pak asi neznámým.

Co se týče rozdělení bouřek dle ročních dob, je nám rozeznávat místa vnitrozemská od míst pobřežních. V těchto jsou časté, ano převládají bouřky zimní a proto rozdělení bouřek po celý rok dosti stejnoměrné; nejméně je tu bouřek z jara a na podzim, nejvíce v letě a v zimě. Čím dál od pobřeží, tím více mizejí bouřky zimní, až v místech, jež mají čistě vnitrozemní podnebí, nebývají v měsících listopadu až březnu bouřky žádné. O poměrech těchto nejlépe nás poučí přiložená tabulka:

	Bergen	Marseille	Uralsk	Kroměříž	Janina
Maximum	leden 1·3, únor 1·3, srp. 1·0	srpen 1·8	čn. 5·1	čc. 4	čc. 6
Minimum	květen, říjen, pros. 0	leden 0·0	listop., březen 0	únor, říjen 0	led. 1·2
Jaro	5·2%	11·8%	0%	21·7%	26·9%
Leto	34·5%	42·9%	62·4%	71·7%	39·1%
Podzim	15·5%	36·9%	47·6%	3 6%	22%
Zima	44·8%	8·4%	0%	3·6%	12%

V Německu nařídila r. 1882 říšská správa pošt 882 telegrafním úřadům rozděleným po celém Německu konati pravidelná pozorování bouřek a podat o nich zprávu ústřední kanceláři. Z nich zaslalo 587 úřadů dohromady 2823 zprávy o 3258 pozorovaných bouřkách. Nejvíc bouřných dnů připadlo na červenec (28), červen (23), srpen (21) a květen (17); v listopadu a prosinci nebyla bouřka žádná, v únoru bouřka jediná Nejvíc bouřek zaznamenáno 16. května (229 zpráv), 16. července (202 zprávy), 19. května (168 zpráv), 14. května (163 zpráv), 2. července, 14. a 17. července (po 116 zprávách). *)

*) Rozumí se samo sebou, že táž bouřka pozorována a oznámena zpravidla mnohými úřady.

Z nich připadá na dobu

od 12— 3	hod.	dopoledne	19 bouřek
„ 3— 6	„	„	33 „
„ 6— 9	„	„	143 „
„ 9—12	„	„	220 „
„ 12— 1	„	odpoledne	161 „
„ 1— 2	„	„	214 „
„ 2 – 3	„	„	365 „
„ 3 - 4	„	„	436 „
„ 4— 5	„	„	414 „
„ 5— 6	„	„	439 „
„ 6— 7	„	„	319 „
„ 7— 8	„	„	231 „
„ 8— 9	„	„	153 „
„ 9—12	„	„	111 „

Uherský meteorolog Hegyfoky udává na základě svých pozorování, že největší počet bouřek v nížině uherské (32%) připadá na dobu od 2 – 5 hod. odpoledne, nejmenší (1·5%) na dobu od 2—5 hod. ráno; počet bouřek mezi 9. hod. večerní a 9. hod. ranní udává 13% všech.

Většina bouřek vzniká mezi polednem a půlnocí; v hodinách ranních jsou vzácné. Fritsch stanovil z pozorování pražských a kremsmünsterských největší počet bouřek dle hodin:

	Praha	Kremsmünster
duben	2. a 8. hod. odpol.	4. a 8. hod. odpol.
květen	4. a 8. „ „	3. a 8. „ „
červen	5. a 9. „ „	4. a 9. „ „
červenec	5. a 9. „ „	3. a 8. „ „
srpen	3. a 9. „ „	4. a 9. „ „
září	2. a 8. „ „	2. a 8. „ „

Druhé maximum je však tak nepatrné, že také může být nahodilé, jak sám Fritsch připouští; maximum první však je nezvratně dokázáno.

O místech, kde převládají bouřky zimní, je také počet nočních bouřek větší; tak připadá v Holsteinsku

maximum škodných blesků na dobu mezi 12.—3. hod. z rána.

Dle čtvrtí měsíce sestaven počet bouřek dle 14- až 20letých pozorování v následující tabulce:

Místo	Týden kolem: nového měsíce	první čtvrti	úplňku	poslední čtvrti
Greenwich	57	41	40	44
Kremsmünster . . .	26·4	27·4	20 9	25·7
Kolín nad Rýnem .	26·9	27·5	21·5	27·1
Madrid	132	104	99	120
Batavia	27·4	24·5	24·2	23·9

Z tabulky patrno kolem nového měsíce maximum, kolem úplňku minimum bouřek.

* * *

Zpravidla nastává vyrovnání porušené rovnováhy el. bleskem. Za bouřek nebo stojí-li mraky velmi nízko, což se stává zvláště v zimě za prudké vánice, vzniká však často vyrovnání el napjetí ne jiskrou, nýbrž el trsy tvořícími se na větvích, na bodácích ručnic, na střechách, deštnících, často i na vlasech a vousech, na stěžních lodních atd. Nejčastější je tento úkaz v Egejském moři, při plavbě mezi ostrovy Řeckého archipelagu, kde byl znám již od pradávna a nazýván ohněm Hermovým, bylť Hermés, latinský Mercurius, starým Řekům bohem obchodu, a plavci se v těchto plamenných trsech domnívali, vidět jeho znamení. Jelikož byl úkaz tento nejnápadnější v řeckých vodách, doslalo se mu názvu ohně nebo světla řeckého, hellénského, z čehož chybnou etymologií povstal pozdější název tohoto zjevu „světlo Heleníno“ a nynější běžné jeho jméno „světlo sv. Eliáše“ neb „Elmský oheň“ (Elmsfeuer).

Staří hleděli na tato světla pověrčivě; objevení se světla jediného věštilo neštěstí, kdežto světel dvé, jež nazývali Castor a Pollux znamenalo pohodu, a šťastnou cestu.

Staří spisovatelé, jako Plinius, Seneca a jiní, se o těchto světelných trsech často zmiňují.

Caesar v knize o válce africké praví: „Téže noci (řeč tu o bouřné noci, v níž padlo mnoho krup) železo na kopích páté legie se zdálo v ohni.“

Plutarch vypravuje, že v okamžiku, kdy loďstvo Lysandrovo vyjelo z přístavu, aby útočilo na loďstvo Athénských, „usadila se s obou stran lodi vůdce lakedaimonského dvě světla, jež se zovou Castor a Pollux.“

Na druhé cestě Columbově objevil se nad velikým stožárem „svatý Eliáš se sedmi zapálenými svícemi“, to jest světlo o sedmi trsech; mužstvo se počalo modlit a zpívat litanie jsouc přesvědčeno, že zjevem tímto minulo nebezpečí bouřky.

Totéž se vypravuje o plavcích Magelhaens-ových jež objevení se „svatého Eliáše“ za prudké bouřky brzy s jednou, brzy s dvěma svícemi uvedlo u vytržení.

Dne 8. května 1831 procházelo se za bouřky po západu slunce několik důstojníků na terasse pevnosti Bal Azun v Alžíru; byli nemálo podiveni vidouce na zježených vlasech svých druhů slabé plaménky, jež se objevily také na koncích prstů, byla-li nadzdvižena ruka.

Za bouřky 8. ledna 1839, při které blesk udeřil do kostela v Hasselt, pozorovali rolníci dlící na blízku, že jich šaty jsou pokryty ohněm. Snažíce se marně setřásti plameny zpozorovali, že jsou větve okolních stromů a stožáry lodí taktéž pokryty plaménky. V okamžiku, kdy blesk udeřil do kostela, úkaz zmizel.

Na observatořích zbudovaných na temenech hor Puy de Dôme a Sonnblicku bývá Hermovo světlo pozorováno každé zimy několikrát a často při tom slyšán zvláštní praskot; neníť ve vyšších polohách úkaz ten vzácný.

James Braid v Leadhills zpozoroval při jízdě, kterou podnikl 20. února 1817, že uši koně a kraj jeho klobouku světélkují. Svit tento zmizel teprve, když srst koně a klobouk skrz na skrz promokly. Než

nastal dešť, sršely nesčetné jiskry k uším koně a ke kraji klobouku.

V tropických krajinách je také tento úkaz daleko skvělejší než u nás. Burchell vypravuje ve svém cestopisu po jižní Africe: „Vracel jsem se večer z návštěvy u missionářů. Jda přes louku, uviděl jsem elektrický úkaz, jehož svědkem jsem byl toliko jednou ve svém životě. Se všech stran oblohy zdály se vycházeti blesky, jež následovaly rychle po sobě bez hromu; kolkolem bylo hrobové ticho, a jen řídké kapky padaly z mraku nesmírně hustého a temného. Náhle jsem byl oslněn jasným bleskem, jenž jakoby sjel se zenithu, a chvíli zdálo se vše kolem jakoby zapáleno. Žádný výbuch, žádný hluk nebylo slyšet, ani žádných jiných účinků nebylo znát. Hrubá tráva byla na onom místě vysoká asi 3 *dm*; každé stéblo a každý list byl ozářen tak silně, že se zdál hořet. Déle než na 15 vteřin jsem úkaz nemohl sledovat.“

U nás za velmi prudkých bouřek také pozorovány podobné úkazy. Tak píše Trécul o velmi prudké bouřce, jež se rozzuřila 18. srpna 1876: „Za bouřky, jež se z rána strhla nad Paříží, psal jsem při otevřeném okně list. Pojednou jsem uslyšel několik prudkých hromových úderů, jakoby byl udeřil v sousedství blesk, a týmž okamžikem se na můj papír spustilo několik malých světlých sloupů, z nichž jeden byl dlouhý as 1 *m*; sloupy ty vypadaly jako hořící plyn. Nenastal však žádný výbuch; než zhasly, uslyšel jsem nepatrný šramot.“

O zvláště skvělém světle sv Eliáše vypravuje Procházka. Za letní bouřky r. 1865 udeřil blesk čtyřikráte blízko Grömmerova hôtelu na Schafsberku do země; úderem pátým zasažen hôtel sám. V témž okamžiku se objevily uvnitř hôtelu světla sv. Eliáše vysoká asi 2 *m*; dolní jich část byla jasně bílá, dále žlutavá, pak následovala část žlutozelená, poté světle modrá, až u stropu světlo mizelo barvou tmavomodrou. Světla ta vznikla v různých částech domu. Pes, jenž náhodou takovým plamenem proběhl, zapištěl, ač mu

plamen nijak neublížil, a při každé příští bouřce zalezl do nejodlehlejšího kouta.

Zvlášť velkolepá a přečastá jsou světla tato v horách Coloradských v Sev. Americe. Stone vykládá, že sykot, praskot a ježení se vlasů je tam úkazem zcela obyčejným, jenž tamním horníkům působí mnoho kratochvíle, zvláště zježí-li se dlouhý vlas některé turistky. Praskot je prý často strašný, jmenovitě před krupobitím.

I za hustých vánic se nezřídka objevuje světlo sv. Eliáše, při čemž často vločky svítí. Tak pozoroval báňský elev Thielau ve Freiberku za silné vánice, že větve stromů podél silnice fosforeskují; úkaz zmizel, ohnul-li větve k zemi. Tři haviři, kteří se tou dobou ubírali z Freiberku jiným směrem, viděli padati svítící dešť. Téhož dne byla silná bouřka a tlakoměr klesal.

Svítící sníh pozorován také v březnu 1823 na jezeře Lochaw v Argileshire v Anglii.

4. **Blesk.**

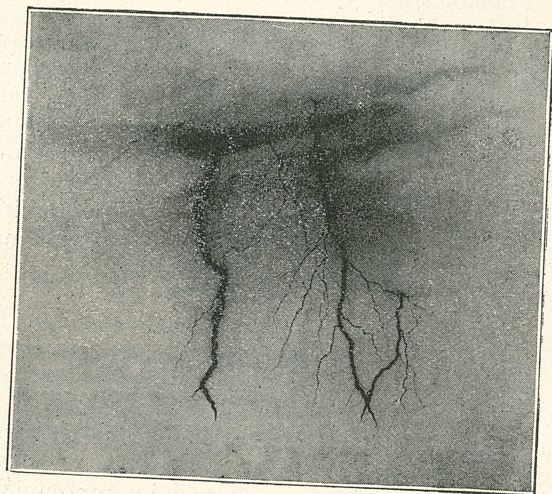
Arago rozeznává tři hlavní druhy blesku — blesk klikatý, plošný a kulový — kteréž roztřídění všeobecně přijato.

1. Blesk klikatý má podobu mnohonásobně lomené jemné čáry. Barvy je zpravila modré, řidčeji červené; ještě řidčí jsou blesky žluté a bílé. Blesk tento je nápadně podobný elektrické jiskře. Zdá se zpravidla jednoduchý, zřídka dvoj — neb vícenásobný; rozvětvení jeho zrakem obyčejně nevystihnem.

Zcela jinak se nám však jeví, nahradíme-li oko citlivou deskou fotografickou. Ostré úhly, v nichž se pozorovateli zdá blesk lomen, mizejí; změny jeho směru jsou pozvolné, blesk je všude zaokrouhlený, zpravidla rozvětvený, nezřídka vícenásobný.

Ze své sbírky fotografií blesků reprodukuji jednu obrázkem č 8. Z mraku (viditelného jen v okolí blesku) vyšlehly dva silné, téměř rovnoběžné blesky z bodů ležících téměř v čáře vodorovné, a třetí slabší z bodu

daleko nižšího; vedle nich vidět ještě řadu blesků slabších. Blesk prostřední je rozvětven zvlášť silně. Styk a průseky těchto slabých větviček jsou patrně zdánlivé, vzniklé průmětem na rovinu. Hlavní dva proudy se braly zajisté tlustou vrstvou mraků, neboť na obraze vidíme svislý průřez mraku; kdyby to byla část vodorovná, musila by sahat dále nahoru, na levo



Obr. 8. Blesk klikatý.

i na pravo. Blesk tento jest asi podobný blesku, jaký viděl D'Abbadie v Habeši, jejž popisuje jako tvar písmeny *V* spojující dva mraky.

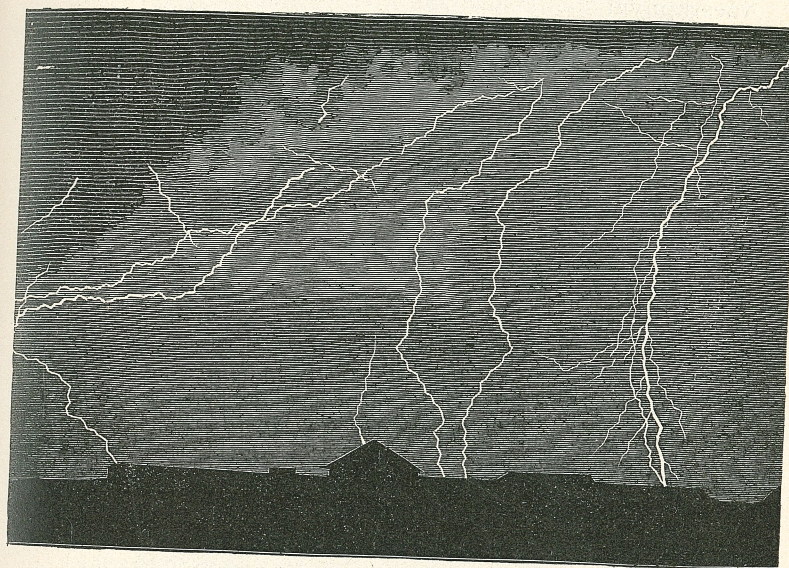
Někdy vzniká současně veliký počet blesků všelijak se protínajících v průmětu na fotografickou desku, slučujících se a opět se odlučujících; na přiloženém obraze č. 3 (rytině to kreslené dle nedokonalé fotografie) lze čítati 13 různých blesků.

Takovéto rozsoší blesku bylo pozorováno dosti často.

Abbé Richard viděl blesk, jenž se rozdělil ve dvě části, z nichž každá udeřila do jiného předmětu.

Ve Freiberku pozorován blesk, jenž se rozdělil ve tři části, z nichž každá udeřila do jiné budovy; největší vzdálenost budov těch byla 600 *m*.

Při neobyčejně prudké bouřce, jež se stáhla 4. října 1895 nad Kroměříž, viděl jsem blesk, jenž sjel



Obr. 9. Mnohonásobný blesk klikatý.

s mraku v jediné klikaté čáře, v polovině své délky se rozštěpil ve dví, každá část pak asi v prvé osmině své délky se opět rozdělila ve dvě částky s četnými odbočkami.

Gamot pozoroval blesk, jenž vznikl ze dvou značně vzdálených bodů mraku; obě části se spojily v jedno a sjely k zemi jako blesk jediný.

Blesk klikatý má někdy (obr. 9) podobu stuhy zvlněné větrem. Stuha ta se někdy skládá z několika rovnoběžných světlých čar různé šířky oddělených od sebe tmavými pruhy. Takový blesk fotografoval

Kayser r. 1884 a Rümker r. 1898. Z pravidla jsou blesky tyto více méně směru svislého, ač jsou známy také vodorovné.

Je patrno, že je blesk takový složen z několika jisker, které se braly touž cestou; pošinutí pak že vniklo pohybem vzduchu, a to větrem při blesku svislém, vzestupným pohybem zahřátého vzduchu při blesku vodorovném. To lze zřetelně vidět na překrásném blesku, jejž fotografoval Reinicke. Blesk se skládá ze čtyř rovnoběžných čar ležících těsně vedle sebe, z nichž odbočuje od rovnoběžného směru napřed jedna, později ještě jedna.

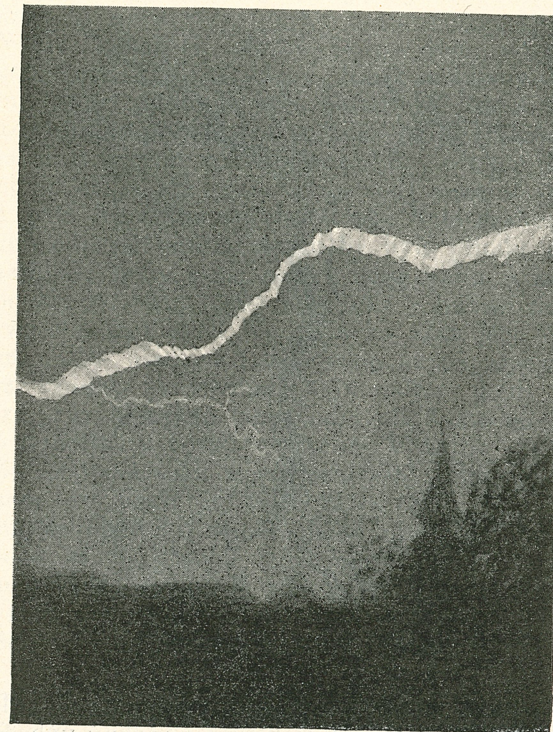
Justice fotografoval r. 1849 ve Frankforet-u u Filadelfie blesk, v němž lze zřetelně rozeznati 14 světlých čar.

Mnohé stuhové blesky, jež se zdají jednoduché, ukážou se při náležitém zvětšení složenými. Následují-li částečné výboje velmi rychle za sebou, budou čáry světlé odděleny od sebe čarami temnými tak úzkými, že na fotografii mizejí. Ostatně nelze popřít, že existují také jednoduché blesky stuhové, aspoň tomu nasvědčuje náš obrázek č. 11.

Byl-li blesk velmi silný, rozžhaví silně vzduch, jenž pak zůstane nějakou dobu žhavým a za silného větru se světlá čára blesku rozšíří ve stuhu. Tomu nasvědčuje pozvolna se zmenšující lesk prostřední části druhého částečného výboje na obr. 10., ač se tu bezděky naskytuje otázka, proč není rozšířena také první jiskra v těchto místech, kde asi vál také silný vítr. Snad dosáhl vzduch při výboji druhém vyšší teploty jsa ještě silně zahřát jiskrou první.

Že se také obyčejné blesky klikaté často skládají z několika výbojů, dokázal Walter, jenž fotografický přístroj uvedl zvláštním zařízením v rychlé otáčení a fotografoval jím velký počet blesků. Reprodukci takové fotografie jest obrázek č. 11. Blesk se skládá ze tří blesků, z nichž druhý následoval za 0·042 vteřiny po prvém, třetí za 0·11 vteřiny po druhém, takže celý blesk trval 0·152 vteřiny, doby tyto vypočteny z rychlosti otáčení a měřeného pošinutí.

Co do počtu převládají však blesky jednoduché. Několikráte se Walter setkal s blesky tak složenými z několika výbojů, že výboj prvý pronikl do jisté vzdálenosti, druhý dále, třetí ještě dále. Totéž



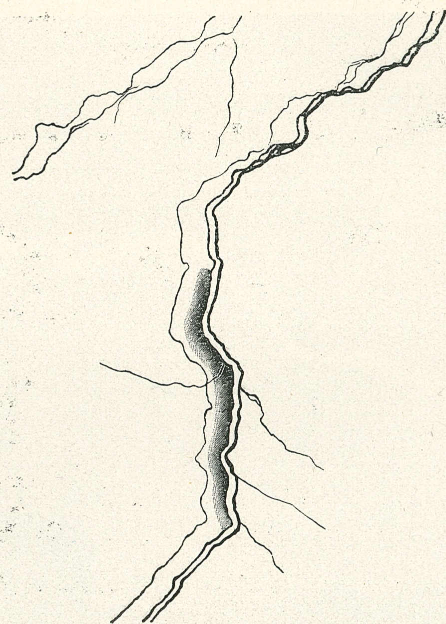
Obr. 10. Blesk páskový (stuhový).

pozoroval na jiskře z velkých indukčních cívek. Je zřejmo, že se takový blesk, jsou-li mezidobí poměrně veliká, neobjeví oku najednou celý.

Takové blesky postupující zřetelně v před, pozorovali Pockels, Kapuscha, Mack a j. Přední

konec byl někdy rozšířen a jasnější, takže se blesk podobal t. zv. blesku perlovému.

Ogden Rood užil pro studium časového průběhu blesků methodu stroboskopickou a shledal, že se blesk často skládá z nepravidelné řady částečných



Obr. 11. Složený blesk klikatý.

výbojů téhož směru, někdy však že to je dosti dlouho trvající mohutný proud elektřiny podobný výboji leydenské lahve veliké kapacity za značného odporu.

Dokázat oscillatorní povahu blesků cestou fotografickou se nepodařilo, avšak jest jisto, že blesky dávají vznik elektrickým vlnám, jež působí i na dost jednoduchý kohaerer, čímž možno nabýti zvěsti o bouřkách vzdálených až 300 *km*.

P. Schreiber na to užívá dvou obyčejných jehel položených křížem přes sebe. Vložíme-li 4—6 ta-

kových křížů za sebou spojených do proudu Meidingerova článku, jest odpor tak veliký, že se po spojení připojený el. zvonek neozve. Dopadne-li však elektrická vlna na jehly, sníží odpor a zvonek zazní. Schreiber se přesvědčil, že bouřka uvede v činnost tento jednoduchý přístrojek, byť byl vzdálen až na 150 *km*.

Vznik klikatých blesků je po tom, co řečeno o elektřině atmosférické, jasný. Blesk se nebere drahou přímou, nýbrž podobně jako elektrická jiskra drahou klikatou. Nelze pochybovat o tom, že by jiskra mezi dvěma elektrickými vodiči přeskočila v přímce, kdyby vzduch je dělící byl všude stejnorodý a stejně vodivý, neboť pak by dráha nejkratší také byla drahou nejmenšího odporu; dráha blesku by byla přímka spojující nejbližší body dvou mraků nebo mrak s nejbližším bodem na zemi, tedy zpravidla s bodem nejvýše vyčnívajícím nad okolí. Ve vzduchu však jsou částky prachu, látky ústrojné i kosmické, různé plyny atd., pročež vzduch prostředím stejnorodým není; blesk i jiskra tedy částkami lépe vodivými často od dráhy přímé odbočují a berou se drahou klikatou.

Že dráha blesku není nahodilá, toho nejlepším důkazem jest okolnost, že se blesk často bere touže drahou, že opětně v témže místě zasahuje budovy a opravené škody působí vždy znovu. Tato vlastnost blesku přispěla v nemalé míře k rozšíření hromosvodu, proti němuž z počátku byla veliká nedůvěra.

Stůj zde toho příklad. Roku 1780 předložil Barbier de Tinan francouzské akademii plán na hromosvod při kathedrale strassburské. Plány schváleny, a kommisse, v níž byl také B. Franklin, doporučila brzké zřízení přístroje. Magistrat strassburský však obávaje se výloh plány neprovedl, avšak viděl se nucen klást ročně do rozpočtu položku na opravu škod způsobených bleskem. Hromosvod zřízen teprve r. 1833. Za deset let nato udeřil blesk do tohoto hromosvodu, avšak nepoškodil chrám; odskočil stranou do klempířské dílny, jež se nalézala nedaleko studně, do níž byl hromosvod sveden. V dílně bylo mnoho plechového

nádobí a v koutě zmíněné studni nejbližším stálo několik železných tyčí a desek; venku poblíž podzemního vedení hromosvodu ležely desky olověné. Za téže bouřky zasažen hromosvod ještě bleskem druhým, jenž si volil přesně touž cestu.

Jako kovy působí také půda prosáklá vodou a umožňuje souhlasné elektřině influenční snadný odtok. Do zámku Abere ležícího nedaleko Janova v krásném apenninském údolí bil blesk tak často a působil tolik škod, že konečně usneseno opatřit zámek hromosvodem. Saussure, jenž práce ty řídil, pátral po příčině tak častých úderů blesku a shledal, že zámek s kostelem stál na pahrbku vyčnívajícím málo nad údolí; půda kolem pahrbku byla však tak bohatá prameny, že i v letech suchých nalezeny ve hloubce as 1 *m* spousty vod, kdežto ostatní část údolí měla půdu suchou a kamenitou.

Zvlášť zajímavý je případ následující. V Třebíči „Ve dvoře" stál vedle mistrova obydlí, přízemní to chalupy, topol. Chalupa zaujímala nejvyšší bod kopce, na němž stojí zámek. Do zmíněného topolu bil blesk po leta téměř každoročně a poškodil jej vždy jen nepatrně. Chalupa později zbořena a postavena tu palírna, budova to jednopatrová s vysokým komínem a hromosvodem; těsně vedle ní, asi v místech, kde stával topol, zasazen mladý stromek. Následujícího roku udeřil blesk ne do komínu nebo hromosvodu, nýbrž do kolu zmíněného stromku, z něhož vyštípl třísku.

„Nikdo v Nové Granadě," píše Arago, „nechce obývati El Lition pro veliké nebezpečí blesku; množství zlatokopů tam už bylo usmrceno bleskem."

Různost barvy blesků se nejlépe vysvětluje pokusy Lepel-ovými. Lepel napodobil mraky pomocí skleněných trubic potažených uvnitř parafinem, jež naplnil vodními parami. Nechal-li Lepel trubicemi těmi přeskakovat jiskry influenční elektriky, byly jiskry mnohem delší nežli v trubicích naplněných suchým vzduchem, a barvy jasně bílé neb růžové dle toho, bylo-li v trubici málo nebo mnoho kapaliny.

2. Blesk plošný, jehož rozptýlené světlo osvětlí značnou část neb celý mrak, neomezuje se, jak naznačuje samo jmeno, na pouhou čáru, nýbrž je rozměrů značných. Bleskům těmto schází lesk a oslňující intensita blesků klikatých; bývají barvy intensivně červené až žluté, zřídka modré neb fialové.

Rozdíl mezi oběma bije zvlášť do očí, byl-li blesk plošný rozbrázděn bleskem klikatým, úkaz sice řídký, jehož jsem však byl svědkem za bouřky, jež se strhla nad Kroměříží 13. června 1892. K večeru se počaly stahovati dvě bouřky opačnými směry; jedna od východu, druhá od západu. Blýskání počalo napřed na straně východní, a as o půl hodiny později na západě. As v $^1/_2$8. hod. byly bouřky obě téměř stejně prudké a sblížily se až na úzké pásmo v zenithu. Z mraku východního bily blesky častěji, hrom však byl slabší a doba mezi bleskem a hromem delší. Konečně se mraky posunuly od západu pod mraky východní, a teď šlehal blesk za bleskem; dunění hromu bylo téměř nepřetržité od 8 hod. 48 m. do 8 hod. 59 m. Nato se střídaly blesky klikaté s plošnými, a nejednou jsem viděl blesk plošný rozštípený bleskem klikatým.

Blesky plošné ozařují mrak někdy jen slabě, jindy však celý mrak jakoby vzplanul, a zdá se, jakoby jas ten vycházel zevnitř mraků a „nebe se otevřelo", praví náš lid případně o úkazu tom.

Blesky tyto bývají nejčastěji v nevelike výši nad obzorem, ač i poblíž zenithu nejsou nijak vzácností; nejčastěji se vyskytují za bouřek trvajících dlouho.

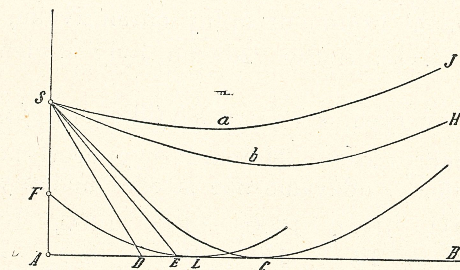
Při tak zvaných blýskavicích bývají blesky zpravidla plošné. Blýskavice — tak nazýváme blýskání se beze hromu — jsou buď skutečné, objektivní, nebo zdánlivé, subjektivní. Ony jsou pozvolným vyrovnáním elektrického napjetí ve vyšších a tedy značně zředěných vrstvách atmosféry, jež se děje beze zvuku podobně asi jako v elektrickém vejci. Spektrum této býskavice se skládá ze širokých světlých pruhů, kdežto spektrum blesků klikatých se skládá z jemných čar přesně od sebe oddělených, podobajíc se spektru elektrické jiskry.

Blýskavice zdánlivé pak jsou vzdálené bouřky, jichž hrom je neslyšitelný; bývají proto vždy jen na kraji obzoru, nikdy v zenithu samém. Blíží-li se bouřka, uzříme zpravidla několik blesků než uslyšíme první ránu hromu. Neuslyšíme-li hrom při blížící nebo vzdalující se bouřce v době jedné minuty po blesku, pak hrom už obyčejně vůbec neuslyšíme. Jelikož zvuk proběhne dráhu 1 *km* za 3 vteřiny, plyne z toho, že je hrom zpravidla slyšitelný na největší vzdálenost asi 20 *km*.

Nejdelší dobu mezi bleskem a hromem pozoroval De L' Isle 72 vteřiny, což by odpovídalo vzdálenosti as 25 *km*; je to vzdálenost výjimečně veliká, neboť obyčejně není hrom slyšitelný na vzdálenost více než 12—15 *km*. Smeaton viděl ve vzdálenosti asi 40 *km* blesky, jež udeřily do kostela v Lesthwithiel-u; hrom však neslyšel. Je to nápadné, jelikož rány z děla bývají slyšitelné do vzdáleností mnohem značnějších. Arago udává, že dělostřelbu Francouzů obléhajících Janov bylo slyšeti do vzdálenosti 147 *km*, a Saint Cricq, že děla waterloo-ská byla slyšena až v městě Creil-u, tedy ve vzdálenosti asi 200 *km*. Nevíme, pokud tato udání jsou spolehlivá; že však střelba z děl, zvláště za tiché noci je slyšitelna do vzdálenosti až 70 *km*, jest jisto. Naopak zas pozoroval Tyndall, že rány z děla postaveného na návrší vysokém as 70 *m* byly při patě pahrbku slyšitelné jistým směrem do vzdálenosti pouze 3 *km*. Reynolds vysvětlil tuto záhadu úplným odrazem zvuku, Kneser pak dovodil počtem, že za určitých podmínek pozorovaný úkaz musí nastat.

Meinardus dokazuje obdobným způsobem, že může i bouřka dosti blízká dáti vznik blýskavici. Na rozhraní dvou prostředí se zvuk dělí na dvě části právě tak jako světlo; jedna část se vrací do původního prostředí zpět — odráží se — druhá vniká do prostředí nového směrem změněným — láme se — a sice ke kolmici při přechodu do prostředí hustšího, a od kolmice při přechodu do prostředí řidčího.

Mysleme si paprsek procházející šikmo řadou vzdušných vrstev, z nichž každá následující je řidčí; pak nastane vždy na rozhraní lom od kolmice, a paprsek vniká do nového prostředí v úhlu vždy větším. Paprsek se nepohybuje už přímo, nýbrž čarou lomenou, klikatou. Zvětšuje-li se takto ustavičně úhel dopadu, zvětšuje se i úhel lomu, až se konečně zvětší na 90^0 a paprsek se pohybuje podél rozhraní obou prostředí;



Obr. 12. Šíření se hromů.

při ještě větším úhlu dopadu se celý paprsek vrací z rozhraní do původního prostředí, to jest nastává odraz úplný.

Mysleme si dále, že se tloušťka jednotlivých vrstev vzdušných ustavičně zmenšuje; pak se zmenšují také přímé částky klikaté dráhy, kterou se paprsek bere. Mění-li se konečně nepřetržitě hustota a prostředí, je nepřetržitá i změna směru paprsku, a zvuk se pak šíří čarou křivou.

Mysleme si v *S* (obr. 12) zdroj zvuku; pak všechny paprsky, jež se svislou rovinou vedenou bodem *S* svírají menší úhly než *SC*, dosáhnou země (v bodech *D*, *E*), kde se odrazí. Paprsek *S C* se odrazí v *C* úplně, a každý další paprsek se odráží úplně než dosáhl země, na př. *S H* v místě *b*, *S J* v místě *a*. Zvuk vycházející z *S* je slyšitelný na zemi toliko do vzdálenosti *A C*; všechna místa za *C* jsou v t. zv. akustickém stínu, to jest do nich se zvuk nedostane.

Kdyby zdroj zvuku místo v S byl v F, byl by L poslední bod zemského povrchu, v němž by zvuk byl slyšitelný. Kdyby podél $S A$ sjel blesk, kdyby se tedy každý bod přímky $S A$ stal zdrojem zvuku, nebyl by v B hrom vůbec slyšitelný a v C bychom slyšeli jediný ráz (zvuk z bodu S). V místě L by byl slyšitelný zvuk vzniklý podél $S F$ a hrom by trval po dobu, v jaké zvuk proběhne dráhu $S L - F L$.

Podmínky, aby při přechodu z vrstev vyšších k nižším mohl vzniknout úplný odraz zvuku, jsou

1. aby vyšší vrstvy vzduchu byly studenější než nižší,

a 2. aby rychlosti větru s výškou přibývalo.

Z tabulky, kterou Meinardus vypočetl na základě této domněnky, udáváme zde střední hodnoty:

SA	2000,	1800,	1600,	1400,	1200,	1000 m
AC	20	19	18	16·7	15·5	14 km,

což pozorovaným poměrům s dostatek vyhovuje.

3. Blesk kulový. Zcela jinak nežli blesk klikatý a plošný jeví se nám blesk kulový. Z bouřného mraku se vynoří jasně zářící koule, jejíž velikost se přirovnává penízu, jablku, dětské hlavě ano i bečce nebo mlýnskému kameni, tedy průměru 2 cm až 1 m, a pohybuje se nepatrnou rychlostí drahou přímou nebo křivou. Koule ty se rády pohybují podél stromů, hromosvodů a telegrafických vedení; jindy opět volí svoji dráhu volným vzduchem. Často zmizejí beze stopy, jindy — obyčejně při nárazu na pevný předmět — vybuchnou s ranou, jež se někdy přirovnává výstřelu z děla nebo dokonce množství děl současně vypálených. Výbuch nemá někdy žádných následků, jindy ničí a zapaluje vše vůkol. Barva bývá někdy bílá, jindy červená jako barva vycházejícího měsíce, jindy se koule skví v barvách duhových. Často se činí zmínka o plamenech šlehajících z těch koulí neb o ohnivé stopě, která po nich zůstává; někteří pozorovatelé slyšeli zvláštní sykot při pohybu koulí těch vzduchem. Zpravidla se činí zmínka o kouři neb zápachu po síře

a střelném prachu, který koule ty zanechaly. Je zajímavo, že se koule někdy od země odrazí jako míč, někdy zanechá v půdě ryhy a prohlubiny. Často srší z koulí těch jiskry, jindy se rozdělí na několik koulí. Lidé, když se koule kolem nich pohybovaly neb jich se dotkly, někdy neutrpí poranění, jindy, ač se jich koule nedotkla, poranění utrpí; jsou však také známy případy, že bleskové koule lidi usmrtily. Někdy zaniknou ve vzduchu, jindy vybuchnou ničíce vše vůkol.

Blesk tohoto druhu se tedy od předešlých liší svým tvarem a dobou, po kterou trvá.

Světelný pocit trvá dle Dove-a as o $^1/_{10}$ vteřiny déle nežli světlo, jež jej způsobilo. Uvedem-li kotouč, na jehož výseče jsou naneseny různé barvy, v rychlé otáčení, splynou pocity všech barev v jediný. Pozorujem-li takový kotouč, jenž se otáčí rychlostí co největší, při zásvitu blesku, zdá se nám, jako by byl v klidu; objeví se nám obrysy nákresu zcela zřetelně, z čehož patrno, že se v době, po kterou blesk trval, deska otočila o úhel tak nepatrný, že jej ani neznamenáme.

Uvedem-li kolo o 100 ramenech v tak rychlé otáčení, že se otočí 10krát za vteřinu, a osvětlíme-li je zdrojem, jenž svítí $^1/_{1000}$ vteřiny, zaujme v této době každé rameno kola polohu ramena předešlého a jelikož předmět vidíme o $^1/_{10}$ vteřiny déle než jest osvětlen, uvidíme celou plochu kola bílou (jsou-li ramena bílá); trvá-li světlo dobu kratší, zůstanou mezi nimi prostory temné, ale užší než ve skutečnosti.

Kolo toto osvětlené bleskem obyčejným vidíme vždy tak, jako by bylo zcela v klidu; je tedy doba, po kterou tyto blesky trvají, daleko kratší než $^1/_{1000}$ vt. (Arago, Wheatstone).

Blesky páskové trvají dobu delší, leč vždy ještě velmi krátkou. L. Weber fotografoval blesky na citlivých deskách uvedených v elliptický pohyb, takže každý bod blesku byl prodloužen v elliptickou čáru. Z toho soudí Weber, že blesk ten trvá asi $^1/_2$ vteřiny. Výsledek tento i přes pokusy Arago-Wheatston-ovy

není pravdě nepodobný; vzduch se vyrovnáním tak ohromných rozdílů potencialů zajisté rozžhaví tak silně, že na citlivou desku může působit i $^1/_2$ vteřiny, kdežto účinek na sítnici oslněnou vlastním bleskem trvá pouze dobu nad míru krátkou.

Blesky třetího druhu, kulové, však trvají několik vteřin, jak vysvítá z následujícího výpisu zaručených případů.

Nejstarší zpráva o kulovém blesku je dle Araga zpráva, kterou zaslal Deslandes francouzské akademii o katastrofě, která za bouřky ze 14. na 15. dubna 1718 stihla kostel v Couesson-u nedaleko Brestu. Deslandes, jenž sbíral zprávy na místě samém, praví, že se katastrofa připisuje jednohlasně třem ohnivým koulím o průměru větším než 1 *m*, jež spojivše se pohybovaly se velmi rychle směrem ke kostelu.

Priestley vykládá ve svých dějinách elektřiny: Chalmers byv 24. listopadu 1749 na lodi Montague požádán, aby vyšetřil směr větru, zpozoroval ve vzdálenosti as 5 *km* kouli, jež se rychle pohybovala směrem k lodi. Plavci se pokusili kouli uniknout, avšak tato se k lodi blížila tak rychle, že ji dohonila, vystoupla téměř svisle do výše a vybuchla za hluku „jako by se bylo vypálilo sto děl". Výbuch způsobil ve výzbroji lodi značné škody, povalil pět mužů k zemi a jednoho popálil; koule prý byla veliká jako mlýnský kámen.

Dne 16. července 1750 pošramotil blesk silně dům v Darking-u. Všichni svědci události viděli kolem domu poškozeného bleskem veliké ohnivé koule, jež narazivše na střechu neb zemi rozdělily se na veliký počet koulí malých, jež se rozptýlily všemi možnými směry.

V lednu 1770 udeřil do věže ve Šťávnici blesk, jenž měl podobu koule.

Dne 20. června 1772 pozorována za bouřky v Steeple-Aston-u ohnivá koule otáčející se kolem své osy.

M. Nicholson pozoroval 1. března 1774 poblíž Wakefield-u po bouřce, když už se nebe vyjasnilo až na dva nevysoké mraky, povětroně pohybující se

z mraku horního k dolnímu a podobné úkazu, jenž nazýváme „čistěním hvězd".

Podobné koule pozorovány často v mracích nad sopkami. Hamilton a mnoho jiných pozorovatelů viděli často při výbuších Vesuvu v letech 1779—94 koule, jež se vynořily z hustého mraku popelu jako koule našich ohňostrojů a vybuchnuvše metaly blesky všemi směry.

Blesky, jež řádí ve staveních, mívají zhusta tvar koule. Také blesk, jenž zabil 6. srpna 1753 fysika Richmanna v Petrohradě, měl, jak udává rytec Sokolov, podobu koule. Richmann prováděl právě pokusy na chodbě široké 3 *m* a táhnoucí se v délce 12 *m* od severu k jihu. Na severním konci se nalézal vchod, na jižním okno, při němž stála skříň vysoká as $1^1/_4$ *m*; na ni pak byl umístěn stroj na měření elektrického napjetí (jakýsi druh Hanley-ova elektroskopu). Stroj byl spojen se železnou tyčí na prst tlustou a dlouhou as 3 *dm*, jejíž druhý konec visel do sklenice naplněné částečně mosaznými pilinami (jakýsi druh Leydenské lahve). Na střeše umístěna železná tyč, jež byla spojena se zmíněnou tyčí drátem vedeným od vchodu podél stropu. Uvedeného dne v poledne pozoroval Richmann ručičku elektroměru, jež se pohybovala podél rozděleného kvadrantu, jsa skloněn hlavou k ní; vedle něho byl rytec Sokolov, jenž býval přítomen jeho pokusům, aby k nim hotovil obrazce. Pojednou uzřel Sokolov bělomodrou kouli velikou jako pěst, pohybující se s tyče přímo k Richmannovu čelu, jenž se bez výkřiku skácel na skříň stojící při stěně. Bližší okolnosti neštěstí Sokolov sděliti nedovedl, jelikož týmž okamžikem, co byl Richmann zasažen, vznikl pronikavý dým, jenž jej úplně zbavil smyslů, takže se ani nemohl upamatovat na hrom, ač bylo nade vši pochybnost zjištěno, že v zápětí po ohnivé kouli následoval velmi silný hrom. Sokolov utrpěl poranění drátem, jenž se přetavil a vpálil se mu skrze šaty na zádech až do masa. Sokolov se brzy vzpamatoval, vstal a podepřel Richmanna o skříň, jehož obličej nemohl pro dým vidět; domníval se však, že byl také

pouze povalen k zemi a omráčen. Jelikož z panujícího dýmu soudil, že blesk zapálil, odkvapil rychle a oznámil to stráži. Mezitím přikvapila paní Richmannová, kterou polekal silný výbuch, a nalezla síň plnou dýmu a svého muže podepřeného o skříň. Učiněny hned pokusy třením a posláno pro lékaře. Richmannovi puštěno na rameni dvakráte žilou, avšak vyprýštila pouze kapka černé krve; tepna nebila ani na prsou. Když byl obrácen obličejem k zemi, vyhrklo při tření z úst nepatrné množství krve. Na horní části čela pod vlasy nalezena krvavá skvrna veliká jako rubl; krev tu vystoupla bez poškození kůže. Střevíc na levé noze byl na dvou místech roztržen, ne však popálen, a na noze nalezena podobná skvrna jako na čele. Na levé části těla pozorováno osm modrých skvrn různé velikosti vedle mnoha jiných drobných, jaké vznikají popálíme-li se střelným prachem. Vlasy sežehnuty nebyly, punčocha v místech, kde byl střevíc protržen, porušena nebyla, kabát neporušen, vesta na zádech popálena. Otevřené dveře k chodbě byly vraženy do chodby, ze dveří vedoucích z téže chodby do kuchyně byla odštípnuta dlouhá tříska, sklenice, do které sahala uvedená tyč, byla roztržena vejpůl, mosazné piliny rozmeteny na všechny strany, a z drátu nalezeny malé částky sem tam rozházené. Následujícího dne byla mrtvola Richmannova na žádost akademie pitvána. Skvrny byly vesměs seschlé a nesahaly pod kůži; svaly ani tuk ani kosti nebyly porušeny, lebka neporušena, mozek úplně zdráv, krev do něho nevystoupila, plíce v normalní poloze a neporušeny, srdce bez krve avšak neporušeno, celá zadní část plic však, zvlášť na straně pravé, byla hnědá až černá a přeplněná vystouplou krví. V dutině prsní nalezeno asi $^1/_4$ *kg* vystouplé krve. Přední část střev byla neporušená, zadní střeva přiléhající k páteři však smáčknutá a jich okolí plno krve. Játra, slezina a ledviny neporušeny.

Arago zaznamenal ze starší doby dvacet případů dosvědčených věrohodnými svědky; mimo ně uvádí značný počet případů, ve kterých blesk řádící uvnitř

budov měl podobu koule. Na podnět Aragův obrácena hlavně přičiněním francouzské akademie pozornost učeného světa na tento předmět, jenž je bohužel z části dosud zahalen tajemnou rouškou.

Stůjte zde ještě některé zprávy z doby novější. Butti, malíř císařovny rakouské, dlel v červnu 1841 v Milaně. Za prudkého deště provázeného častými blesky stál u otevřeného okna. Pojednou uslyšel na ulici pořík, spěchal k oknu a uzřel ve výšce okna ohnivou kouli pohybující se šikmo vzhůru. Několik lidí běželo s křikem za povětroněm. Butti vyběhl na ulici a přidal se k houfci. Koule se pořád ještě pohybovala pomalu a pozvolna stoupala, až posléze narazila na věžní kříž kostela „dei Servi“ a zmizela za rachotu, jaký (doslova:) „může způsobit výstřel děla šestatřicetiliberky, slyšíme-li jej ze vzdálenosti 25 *km* za příznivého větru“. Kouli samu popisuje následovně: „Abych vylíčil její velikost a barvu, mohu ji jedině přirovnati k měsíci, jak jej vídáme v zimě za jasných nocí v Alpách, jak se pamatuji ze svého pobytu v Innsbrucku. Byla totiž barvy nažloutle růžové s okolím temně červeným. Jediný rozdíl byly okraje, jichž obrys není přesný, jelikož koule dělá dojem, jakoby byla obklopena svítící atmosférou nepřesně omezenou.“ Toto vylíčení úkazu je pozoruhodno hlavně proto, že pochází z pera malíře, jenž je nad jiné způsobilý k pojímání a vylíčení podobných barevných úkazů.

Nad jiné zajímavý je případ, jejž r. 1852 sdělil francouzské akademii Babinet dle vypravování dělníka, jenž bydlel poblíž Val de Grâce v ulici sv. Jakuba. Po silném zahřmění, ač ne bezprostředně, pozoroval zmíněný krejčovský dělník sedící právě při jídle, že se papír, jímž byl zalepen otvor do komína, protrhl jakoby slabým nárazem větru, a otvorem se z komína vynořila ohnivá koule velikosti dětské hlavy a v nepatrné výšce nad podlahou se pohybovala zvolna po světnici. Dělník přirovnává pohyb koule k pohybu kotěte smotaného v klubko. Ohnivá koule svítila a třpytila se, ač se nezdála horká ani hořící; krejčí aspoň nepociťoval žádného tepla. Koule blížila se k jeho

nohám jako kotě, jež si chce hráti; on se však zvolna a opatrně vyhnul styku s povětroněm. Po několika pohybech různými směry nastoupila koule, držíc se ustavičně ve středu světnice, pojednou pohyb svisle vzhůru ke hlavě krejčího, jenž se, aby mu koule nevrazila do obličeje, a aby mohl úkaz dále pozorovat, nahnul poněkud nazpět na své židli. Povětroň pak dosáhnuv výšky as 1 *m* nad podlahou zamířil šikmo k otvoru do komína, do něhož vnikl, a výbuchem jej poškodil.

Higginson popisuje jiný případ pozorovaný 17. prosince 1852. U Dower-u pozorován po silném blesku mrak patrně rostoucí, z jehož středu se vyvalila ohnivá koule; poloměr její se rovnal as polovičnímu poloměru měsíce. Za koulí bylo zříti ohon 5 až 6krát větší než průměr koule, z níž087 sršely blesky. Povětroň postupoval vzduchem za zvláštního sykotu, poblíž země vybuchl za silného hromu a přes silný dešť rozšířil v okolí světlou záři; zdálo se, jakoby zbytky jeho byly as 1 *km* od pevniny padly do moře, jehož voda byla rozpěněna a rozstříknuta. Případ tento je pochybný, neboť to mohl býti skutečný povětroň, jehož zbytky zmizely v moři; nasvědčuje tomu hlavně ohnivý ohon, o němž není zmínka v žádném jiném ze zaručených případů.

Jiný případ vykládá Pinel. Blesk udeřil do hromosvodu, sjel v podobě koule po něm, blízko země pak vybuchl a vychrlil ze sebe všemi směry spoustu menších ohnivých kulí.

Den 24. července 1877 přinesl Dánsku mnoho prudkých bouřek; zvláště z večera téměř po celé zemi zuřila bouře, jíž se málo která vyrovná prudkostí. Z blesků, jež toho dne sjely k zemi a zničily několik lidských životů, byl zvláště pozoruhodný ten, jenž pozorován ze dvora Oesterdammen poblíž města Hjörring-u. J. Räbild, majitel onoho dvoru, popisuje jej následovně: „Již z rána dotyčného dne slyšeli jsme prudkou vzdálenou bouřku, jež se dopoledne blížila, avšak ne tak, aby se bylo čeho obávat. V poledne jsme zasedli ke stolu. Byli jsme hrůzou všichni téměř omámeni, když jsme pojednou uzřeli ohnivou kouli velikou jako lidská hlava, barvy červenožluté jako měsíc za temné říjnové noci, avšak poněkud světlejší. Koule, jež kolem sebe šířila značný jas, přišla z otevřených dveří vzdálených asi 3 *m* od okna naší jídelny, a zmizela. Kouli provázel hrozný praskot, jenž s ní zanikl. Zároveň vnikl ze dveří a z krbu za nimi stojícího, jímž patrně koule přišla, hustý kouř. Že koule přišla krbem, soudím z toho, že na zemi u komína, jenž je dole otevřen, a na kamenné dlažbě leželo mnoho popelu a sazí, jež proud vzduchu patrně s sebou vzal. Sousední světnice byly také plné dýmu, jenž čpěl jako dým ze střelného prachu, a tak silně, že činil dýchání obtížným. Jiné stopy ani blesk ani výbuch nezpůsobil; toliko v komíně jsem nalezl uvolněnou cihlu. V době, kdy se nám koule zjevila, nebyla bouře u nás, toliko slabý dešť; za několik minut však opět svítilo slunce. Později jsme také ani neviděli blesk ani neslyšeli hrom, až se k 5. hod. přihnala silná bouřka. Též na večer u nás bouřka zle řádila."

Známý meteorolog Hildebrandson píše: „Ve vsi Malmö poblíž Upsaly (ve Švédsku) pozorován 5. července 1883 kulový blesk. V 1 hod 30 min. vnikla po blesku a hromu do kuchyně selky zlatá koule podoby vejcovité a vysoká 50 *cm*, a sice štěrbinou v okně širokou 35 *cm*. Koule se spustila k podlaze aniž se jí dotkla, a pohybovala se napříč kuchyně tlustším koncem napřed do síně. Jelikož byly dveře zavřeny, vystoupila koule do výšky a unikla vodorovným otvorem 14 *cm* dlouhým a 3—4 *cm* širokým, jenž byl od podlahy vzdálen asi 1·5 *m*. Krátce nato slyšeno několik ran jako z pušek, takže sousedé vyběhli z chalup, avšak už nic nepozorovali. V jiném domku seděl u okna krejčí, jenž viděl kouli pohybující se; hrůzou jat utekl, takže dále neviděl nic." Hildebrandson neshledal na místě žádné stopy po ohni; toliko několik dětských hraček stojících na okně převrženo, a z otvoru, jímž blesk unikl, vyhozeno něco mechu, jenž ač byl suchý, se nevzňal. Bouřka přišla od východu; okno, jímž koule vnikla do chalupy, leží také k vý-

chodu. Je pravděpodobno, že se koule nesena průvanem brala od okna k síňce ležící na západním konci chalupy. Velikost koule udaly obě ženy, jež v kuchyni dlely se dvěma dítkami, sotva přehnaně, neboť holčička se ptala: „Maminko, viděla's, měl li ten zlatý člověk také nohy“?

Správce telegrafu Grumbach ve Vel. Úpě sdělil prof. Reimannovi v Hirschberku: „Odpoledne 1. července 1886 nebylo po bouřce ani stopy, pročež jsem spojení nepřerušil. Náhle nás vyděsila prudká rána, a oheň v kanceláři jen lítal. Za krátko se do úřadovny dostavili dva cizinci bydlící naproti poště a vyprávěli nám, že viděli podél telegrafního drátu vedeného se Sněžky ohnivou kouli, jež zmizela u kamenného prahu dveří. Též dělníci pracující u protějšího domu ji viděli. Telegrafní přístroje poškozeny nebyly; pouze vedení od Maršova bylo přepáleno. V úřadovně Krummhübelské vznikla podobná rána.“

Když jsem r. 1881 jako student meškal ve Štyrsku, vykládala jedna dělnice mé domácí paní, že se při bouřce, jež řádila před několika dny poblíž Lubna, objevila pojednou ohnivá koule, jež vybuchla a způsobila značnou škodu. Bližších okolností jsem bohužel nevyšetřil, jelikož mně bylo příštího dne odejet, a já vůbec věci víry nepřikládal; nikdy jsem před tím o něčem podobném neslyšel. Od té doby však, co jsem se počal věcí blíže zabývat, tázávám se občas lidí pocházejících z jiných krajin, nepamatují-li se na nějaké zvlášť pozoruhodné údery blesku, aniž bych se však zmiňoval o blescích kulových. I na svoji choť jsem se obrátil s podobnou otázkou, a byl jsem nemálo překvapen její odpovědí. „Jednoho dne“, pravila, „když jsem chodila tuším poslední rok do školy (asi r. 1884), seděla u nás při okně Mařenka Pluhařova. Přikvapila silná bouřka. Pojednou Mařenka odskočila celá polekaná s výkřikem od okna; já s matkou rychle běžela jsem k oknu a viděly jsme směrem od Horní k Veselské ulici (ve Žďáře) pohybovat se po náměstí v nepatrné vzdálenosti od země tmavočervenou, ohnivou kouli o něco menší než dětská hlava.

Koule zmizela aniž způsobila jakou škodu. Vyprávěly jsme věc domácím, ti však nám nechtěli věřit; Mařenka však dosvědčila, že viděla totéž, a jata hrůzou odskočila od okna.“ Pravil jsem nato své choti, že viděla velmi vzácný druh blesku; výraz jejího obličeje mně dosvědčil zřetelněji než slova, že mně nevěří. Přečetl jsem jí proto několik případů z Araga, načež doznala, že se úkaz právě vypsaný ve všem shodoval s popisem Aragovým.

Dle vypravování učitele Prachaře stáhla se jednou v letě r. 1865 ke 2. hod. odpoledne nad Hošticemi u Zdounek bouřka a počaly padat kroupy. Když bouře přešla, vyšli lidé na pole, aby si prohlédli škodu způsobenou kroupami. Tu se znova zamračilo a z mračna vyskočila ohnivá koule, jež kmitavě letěla mračny, načež sjela svisle dolů po vysokém topolu, jenž stál u chýže pokryté slamou. S topolu přeskočila k oknu, prorazila vedle rámce kulatý otvor jako velké jablko, a vlítla de světnice, ve které byla žena s malým dítkem. Uslyševši třeskot žena vzhlédla a uzřela právě nad hlavou dítěte kroužiti červenou kouli velikou jako jablko, jejíž barva se měnila jako při mydlinových bublinách. Ve světnici bylo hned cítiti chlad. Koule polétavši po světnici vylítla opět týmž otvorem ve skle a zapálila slaměnou střechu. Ve světnici zůstal dým a zápach jako po střelném prachu. Topol, po kterém koule sjela, a jenž stál vedle střechy, shořel celý.

H. F. Ulrichs podává zprávu o blesku, jenž 5. května 1861 ve Vegesack-u u Bremen udeřil za jasné oblohy do skupiny továrních stavení. Blesk sjel po hromosvodu velkého komína, přerazil ve vzdálenosti 4·5—5 *m* od země svodnou tyč a vjel do tovární budovy. Zde se rozdělil ve dví, jedna část šla tovární budovou k pracujícímu vrtacímu stroji, jenž byl mimo budovu a zabila tu jednoho dělníka a jiné poranila neb omráčila. Tato část blesku vnikla dále do jiné budovy opatřené elektrickým zvonkem; zde učinil v síni blesk ve zdi a stropě několik otvorů velikých 1—3 *cm*, jimiž nyní volně prochází drát el. zvonku,

vnikl do vedlejší úřadovny, zničil tu kontakt zvonku, takže po něm zůstala toliko černá skvrna, kdežto el. vedení zůstalo neporušeno, dále se pohyboval klikatou čarou po stropě, způsobil pod dřevěným modelem lodi trhlinu ve zdi, jíž vnikl do vedlejší místnosti a z té do komína. Druhá část blesku odbočila do kotelny a vyšla pod kotlem v podobě koule. Vyraživši dříve oheň pod kotlem ven omráčila topiče, šla v podobě ohnivé serpentiny okolo budky vrátného, přeskočila 100 *m* široký dvůr, na němž ležely spousty železa, a vnikla aniž způsobila škodu do jiné tovární budovy. Vrátný, dva dělníci dlící v jeho domku a řada jiných dělníků pracujících na loděnici dosvědčili, že se blízko kolem nich pohybovala rychlostí pěšce blesková koule.

Dr. Erneste Caballero, professor fysiky a ředitel ústřední elektrárny v Pontevedra, podal hvězdárně zprávu o úkazu pozorovaném 2. ledna 1890 ve $^1/_4$10 večer. Za jasné oblohy se objevila z nenadání ohnivá koule velikosti pomeranče, jež padnuvši — jak a odkud, nelze udat — na dráty elektrického vedení vnikla do továrny, dotkla se rozvodné desky a přeskočila na dynamo, jež bylo právě v pohybu. Před udivenými zraky přítomných inženýrů a dělníků odskočila dvakrát od dynamo ku kollektoru a nazpět, načež klesla k zemi a rozpadla se za ostré, zřetelné detonace ve veliké množství kousků aniž způsobila škody neb zanechala stopy své záhadné existence. V různých částech města elektrická světla kmitala a zhasla na několik vteřin. Že nenastala všeobecná a trvalá tma, je děkovat toliko duchapřítomnosti úředníků, kteří okamžitě zase vše uvedli do pořádku. Na tlustých měděných deskách stroje shledány patrné stopy roztavení; různé účinky na vodivé dráty, jež pozorovány příštího dne, byly původu patrně elektrického. V okamžiku, kdy ohnivá koule padla na vodivé dráty vně budovy, viděl ji Garcéran, professor přírodopisu.

Velezajímavý je také případ, jejž sděluje lékař Sestier. Za prudké bouřky sedělo 70 osob v saloně jednoho letohrádku poblíž Marseille. Pojednou se objevila koule velká as jako talíř, pohybovala se přímo k 18leté dívce, jež strachy klesla na kolena. Koule se dotekla nohou dívky, odrazila se k stropu a pohybovala se 3—4krát sem a tam dotýkajíc se střídavě stropu a nohou dívky, načež klíčovou dírkou zmizela. Dívka při tom cítila v nohou toliko lehkou křeč. V následujících 14 dnech mohla dívka chodit jen byla li podpírána pod paží, a v následujících dvou letech byla často přepadena takovou slabostí, že klesla k zemi, nenalezla-li podpory.

Přímo tragický je případ, jejž sděluje švýcarský inženýr Buchwalder. Buchwalder se nalézal s pomocníkem na temeni hory Säntis ve výšce 2504 *m* maje tam vztýčiti geodétické znamení. Dne 5. července 1832 překvapila je velmi prudká bouře, jež je přinutila hledat ochranu ve stanu. Horu pokryl hustý mrak, černý jak noc, dešť a kroupy padaly velmi hustě, vítr burácel, blízké křižující se blesky se podobaly požáru a hrom zachvíval celým ovzduším. „Viděl jsem," praví Buchwalder, „že se nalézáme ve středu bouřky. Můj pomocník jat strachy tázal se mne, nehrozí-li nám nebezpečí. Potěšil jsem jej vypravováním, že Biot a Arago když dleli ve Španělsku za příčinou geodétických měření, zůstali neporušeni, ač na jejich stan sjel blesk a dotkl se jich šatu. V témž okamžiku se objevila ohnivá koule u nohou mého společníka, a já jsem se též ucítil dotčen na levém stehně prudkým elektrickým rázem. Společník můj bolestně vykřikl. Obrátil jsem se k němu a uzřel jsem v jeho obličeji účinek blesku. Levá strana jeho obličeje byla pokryta hnědými a červenými skvrnami, jeho brvy a obočí byly zkadeřeny a sežehnuty, rty a nozdry byly barvy hnědofialové; zdálo se, že se prsa ještě pohybují, avšak dýchání brzy přestalo. Volal jsem jej, leč on neodpovídal. Pravé jeho oko bylo otevřeno a lesklé, a zdálo se mi, jakoby z něho ještě kmital paprsek vědomí; levé však zůstalo zavřeno, a když jsem je pootevřel, bylo zkaleno. Domníval jsem se však, že pravým okem ještě vidí, neboť když jsem je třikrát zatlačil, otevřelo se vždy znovu a zdálo se živé. Vložil jsem

ruku na jeho srdce; nebilo již. Bodal jsem jeho končetiny, trup a rty kružidlem; zůstal nehybný, byl mrtev. Fysická bolest mě vyrvala těmto úvahám; levé mé stehno bylo ochromeno, třásl jsem se na celém těle, měl jsem pocit zvláštní úzkosti, srdce bilo nepravidelně. S největší námahou jsem se dostal do dědiny Sv. Jana. Nástroje byly bleskem rozbity."

V letě 1896 se objevily za bouřky ve Far Rockaway dvě ohnivé koule; jedna padla do moře, druhá na cestu. První byla viděna asi 800 *m* od břehu proti United States Casino. Očití svědkové sdělili, že se nejprv objevilo na obloze jasné světlo, kroužilo a konečně zvolna kleslo do moře. Setkavši se s vodou koule praskla a ozářená pěna vysoko vytryskla. Druhá koule dopadla na cestu před Ocean House, vybuchla s velikým lomozem, jenž polekal ženy sedící na verandě hotelu.

Dne 31. května 1896 pracovali nedaleko Bílské stanice na dráze dělníci. Pojednou se strhla bouřka a blesk uhodil asi 50 kroků od dělníků do kolejí, na nichž se hned objevila koule jako z páry a hnala se s nesmírnou rychlostí na dělníky. Každý z nich pocítil hned ránu, jakmile se koule přiblížila; jeden cítil ránu v nohou, druhý v páteři, třetí v ramenu, jiný zas v obličeji. Dělníci byli jakoby ohromeni, avšak brzy se úplně zotavili.

Znamenitý francouzský fysik J. Violle píše: „Dne 9. srpna 1900 pozoroval jsem o $1^1/_2$ hod. odp. prudkou bouřku zuřící nad Fixin-em u Gevrey-Chambertin u. Když se už vzdalovala, spatřil jsem kulový blesk. Stál jsem na balkoně. Blesky byly četné a sjížděly v čarách nepatrně zakřivených, téměř svislých, zpravidla dvojnásobných, ve vzdálenosti asi 3 *km*. Po přestávce asi 3 minut jsem uzřel ohnivou kouli, jež padala s nebe jako kámen, a sice v téže výši a na témže místě, ze kterého dříve šlehaly blesky. Po přestávce se v témže místě objevily blesky v podobě diffusních výbojů omezených na nepatrný prostor. Úkaz tento, jejž současně druhá osoba stojící vedle mne viděla týmže způsobem, nelze považovat za optický klam. Také jsem se přesvědčil, že nespadl povětroň. Nelze pochybovat, že to byl úkaz elektrický."

Téhož roku, 24. srpna, viděl Dr. Less v Berlíně zvláštní blesk. S dosti malého červeně zbarveného prostoru v jižní části nebe šlehaly časté blesky barvy fialové. Na jednom z nich vznikla pojednou červená koule dvakrát větší než měsíc. Koule ta prosvítala mírným leskem dolní vrstvou mraku, urazila značnou rychlostí dráhu, jež se rovnala 3—4násobném jejímu průměru, a zmizela beze hluku as tak, jako zhasíná žárovka uvnitř koule z kaleného skla, jenže rychleji. Celý úkaz trval jednu, nejvýše dvě vteřiny.

Zvláštním druhem blesků kulových jsou t. zv. blesky růžencové či perlové (éclairs en chapelet, Rosenkranz-, Perlen-, Punkt-, Funkenblitze.) Francouzský fysik Planté udává řadu podobných úkazů, z nichž jeden uvádíme.

Dne 18. srpna 1876 se nad Paříží po řadě velmi suchých a parných dnů snesla prudká bouřka provázená silným lijákem. Planté pozoroval tuto bouři s jednoho z nejvyšších míst pařížského okolí, s pahrbku Meudon. Bouřka vypukla v okolí Paříže kolem 6. hodiny ranní oblohu pokryl hustý mrak, z něhož vyšlehla řada blesků prazvláštního tvaru; jedny byly klikaté, jiné měly podobu křivek s mnohými význačnějšími body nebo byly obvodu uzavřeného. Jeden z nich v sobě uzavřený měl téměř přesně podobu křivky t. zv. srdcovky (kardioidy, list Descartes-ův). Zdálo se, že se tyto blesky skládají ze samých světlých bodů; byly podobný ohnivým ryhám, jež na vlhké ploše způsobují proudy vysokého napjetí. Kolem 7. hod., když se bouřka rozprostřela nad Paříží, vyrazil z mraku zvlášť nápadný blesk opsav křivku podobnou táhlému *S*. Blesk byl viditelný několik okamžiků a vypadal jako růženec skládaje se ze samých ohnivých kuliček jakoby spojených ohnivými vlákny. Zdálo se, že blesk sjel do města směrem k Vaugirard. Denní listy vskutku přinesly zprávy, že ve Vaugirard, Grenelle a jinde udeřil blesk, a že měl podobu koule neb vejce. Je pravděpodobno, že blesk ten vznikl

současně na několika místech a rozdělil se poblíž země v několik koulí, jelikož uvedeným směrem, jak se zdálo pozorovateli, sjel k zemi jediný toliko blesk. Dotčeného dne byl vzduch parami nasycen. Za této bouřky udeřil blesk v Paříži na několika místech, mezi jinými do domu v rue d'Assas, jehož západní štít rozbil a rozmetal daleko po sousedních zahradách; blesk tento měl podobu vejce. Kulovitý blesk udeřil též do domu v rue de Lyon, což souhlasně ohlášeno všemi novinami a Planté-em konstatováno podrobným šetřením. Za bouřky této bylo množství elektřiny v ovzduší velmi značné a způsobilo také úkazy podobné ohni sv. Eliáše.

M. D a g u i n, professor v Toulouse, psal Planté-ovi 28. června 1878: „Jako doklad k Vašemu tvrzení o existenci zvláštního druhu blesků, blesků růžencových, mohu Vám sdělit, že jsem blesk takový viděl sjeti s mraku k zemi; pozoroval jsem jej z observatoře Toulouse-ské".

Dne 29. června 1879 udeřil blesk do svodiče meteorologické stanice na Peakes Peak v Sev. Americe a rozprášil po celé světnici jiskry; současně slyšen výbuch jako výstřel z pušky a poté teprve slyšena hrozná rána hromová.

Dne 13. října 1886 pozorovány za prudké bouřky v Pulji tři blesky růžencové. Zprávu o úkaze podal Sauter-ovi c. k. hydrografický úřad v Pulji.

Dr. J u n k e r ve svém díle „Reisen in Afrika" píše: „Blesk intensivně svítící, skládající se z velikého množství klikatých čar, jako z volně navlečených perel, úkaz to prazvláštní, nevídaný, sjel náhle s temene oblohy k západnímu obzoru. Rachotící a temně dunící hrom jej následoval jako hluk ze sta děl, a opět byla tmavá noc." Zdá se, že se růžencový blesk rozdělí nezřídka v jednotlivé kuličky, jež se pak sypou k zemi jako perle z přetrženého nákrčníku.

M e h l z Mochentalu (Ehingen) podal Sauter-ovi tuto zprávu: „Koncem června 1874 byl jsem na večer po velmi horkém dnu v lese. Vraceje se k 9. hodině byl jsem překvapen bouřkou a skryl jsem se v lesní boudě nedaleko štěrkované cesty. Bouřka zuřila neslýchanou silou. Pojednou jsem uzřel modravé koule kotálející se po silnici směrem ke mně; koule se s třeskotem dělily v sršící jiskry dílem přede mnou, dílem za mnou. Koule se co do velikosti podobaly prostředně velikým koulím kuželkovým. Roztříštění jich, jež se několikrát událo nedaleko mne, a jež jsem mohl dobře pozorovat, dálo se beze všeho hluku, avšak za tak zářivého jasu, že jsem vždy zůstal na chvíli oslněn. Rychlost koulí nebyla zvlášť velká; bylať asi rovna rychlosti, jakou z ostra koulíme v kuželky. Všechny koule se pohybovaly týmž směrem silnicí a přicházely v nestejných přestávkách; asi za půl hodiny se jich přikotálelo 25—30. Bouřka řádila nad lesem plné dvě hodiny, a kulové blesky se objevily hned na počátku bouřky za hrozného lijáku. Blesky klikaté co chvíle rozrývaly oblohu a bily v mém sousedství. Jelikož jsem se nechtěl pustit po silnici ze strachu před blesky kulovými, vysokým lesem pak pro blesky klikaté, jež tam ustavičně bily, byl jsem nucen setrvati v boudě až do 11 hod.; pak teprve jsem mohl nastoupit další cestu raduje se, že jsem vyvázl se zdravou koží. Od té doby jsem kulové blesky nepozoroval už nikdy a netoužím nijak se opět mezi nimi octnout."

V neděli 24. února 1884 se po dni poměrně teplém strhla nad Amiens-em bouřka, jež začala nárazy větru od JZ, deštěm a kroupami. V 7 hod. 45 min. ozářil město blesk veliké jasnosti; o dvě vteřiny později zarachotil zvláště prudký hrom, okna téměř všech budov zařinčela a mnoho osob se nemálo polekalo. Ačkoli blesk a hrom byly téměř současné, udeřil blesk na několika místech od sebe vzdálených, a sice v neobvyklé podobě kulatých úlomků, jež se zdály zmenšenými blesky kulovými.

Do divadla zde udeřil hrom mezi představením, protlačil tabuli v okně naproti justičnímu paláci, vnikl mezi kulissy, kde stálo několik herců, šel blízko jednoho z nich, jenž nic neucítil, ač mu sežehl nohavici pod kolenem. Blesk byl pozorován asi vteřinu;

byla to malá, modrá, ohnivá koule, průměru 2—3 *cm*, jež způsobila malý výbuch, asi jako škrtnutí švédskou sirkou, a zmizela propadlištěm v prostorech pod jevištěm, kde okamžitým šetřením shledáno, že nezpůsobila nijaké škody. Na štěstí vyvázli všichni pouhým uleknutím. Otvor, jejž blesk učinil téměř do středu tabule, a jenž byl jedinou stopou, kterou po sobě zanechal, byl podoby elliptické, rozměrů 3 × 2·5 *cm*; kraje byly rozdrobené, avšak ne roztavené. Okno je vzdáleno od země toliko 6 *m* a zcela blízko okapové trouby, jíž za bouřky protékala hojně voda.

Současně udeřil blesk do domu asi 20 *m* jižně od divadla, a vnikl otevřeným k západu oknem do kuchyně, kde seděli dva lidé. Oběma se objevila ohnivá koule veliká jako ořech, jež se pohybovala od okna ke stolu, u něhož psal jakýsi mladík, vybuchla blízko jeho hlavy a zmizela. Úkaz netrval ani dvě vteřiny, a teprve prudká rána hromu poučila přítomné na nemalou jich hrůzu, že jim učinil návštěvu blesk v neobyklé podobě.

Touž dobou udeřil blesk do komína radnice vzdálené od divadla asi 400 *m*, a sice blíže hromosvodu; vnikl do ústřední kanceláře, kde dva úředníci viděli slabý elektrický(!) lesk a slyšeli nepatrný výbuch, jakoby od střelné zápalky. Elektrické zvonky spojené vodivě se čtyřmi nejzazšími konci města počaly zvonit.

V domě vzdáleném od divadla asi 160 *m* a ležícím za justičním palácem opatřeným hromosvodem, uviděla služka, jež v okamžiku, kdy blesk budovu zasáhl, stála ve dveřích z kuchyně do dvora, plamen světlomodré barvy a neurčitých obrysů. Plamen přicházel od jihozápadu a padl na okapovou troubu. Tato ohnivá koule spadla služce k nohám a nezdála se jí větší než vejce. V okamžiku, kdy koule dopadla na troubu, slyšela slabou ránu jako z pušky; hrůzou téměř omámená vrhla se v kuchyni na židli a tu teprv uslyšela prudký úder hromu. Okapem protékala hojně voda.

V jiném domě vzdáleném 270 *m* od divadla směrem k botanické zahradě vnikl blesk komínem do kuchyně, otevřel víko vytopených kamen jako klapku a vynořil se z nich v podobě ohnivé koule, kterou paní zcela dobře viděla a správně popsala. Plamen byl z počátku velmi objemný, ale ve vzdálenosti 2 *m* od kamen uprostřed kuchyně se zmenšil na velikost slepičího vejce; tu vybuchl s ranou podobnou výstřelu z pušky a nezanechal ani kouř ani zápach. Vše to se sběhlo v době kratší dvou vteřin mezi bleskem a hromem. Pod touto kuchyní byly plynové trubice, jež před krátkou chvílí praskly a obsahovaly ještě stopy plynu. Když do této místnosti vkročila osoba, aby se přesvědčila, neučinil-li tu blesk škodu, uviděla na konci jedné z těch trubic malý plamen, patrně plyn to zapálený bleskem. Tato místnost je spojena s kuchyní železnou troubou; patrně se z kuchyně blesk bral touto cestou ke plynovým trubicím a odtud do vlhké země.

Konečně udeřil blesk ve vzdálenosti 800 *m* od divadla do jiného domu a objevil se tu v téže podobě, ako v domě prvním. Je velmi pravděpodobno, že do domu vnikl podél telefonního drátu, neboť tento se uvolnil prodlouživ se o několik centimentrů, a zvonky s ním spojené byly porušeny. Když opustil blesk tento drát, jenž končí v kuchyni, způsobil ránu jako výstřel z pušky. Teprv po této ráně uviděn modrý plamen veliký jako ořech, jenž se pohyboval z kuchyně do sousední světnice, v níž právě několik osob sedělo při jídle; tam se bral nepravidelnou čarou, dotkl se domácího pána (od něhož pochází zpráva), jehož ruka následkem toho zůstala několik okamžiků ochromená, a zmizel beze stopy nezanechav zápachu. Vše se událo v době kratší dvou vteřin, a pak teprve slyšen prudký hrom.

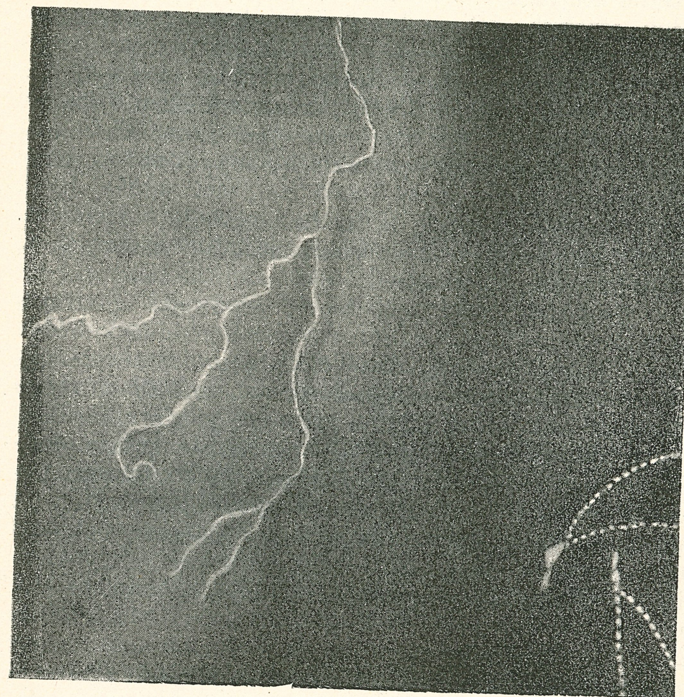
Ačkoli tedy při této bouřce sjel s oblohy jediný toliko blesk, udeřil v podobě koulí na sedmi místech, z nichž nejkrajnější byla od sebe vzdálena 1360 *m*. Blesk se tedy rozdělil v několik koulí, jež zapadly do různých budov města. Očitý svědek zvyklý přesnému pozorování tvrdí, že v okamžiku, kdy se blesk zjevil, viděl z otevřeného okna velkou světlou hmotu

oslňujícího jasu; zdálo se, že se hmota dělí na části, jež padají na město různými směry; směry ty se shodovaly se směry k budovám zasaženým kulovými blesky.

Se mnohých stran vysloveny také o existenci blesků růžencových pochybnosti, avšak neodůvodněné, jak vysvítá ze zprávy, již podává A. Riggenbach-Burckhardt v „Meteorologische Zeitschrift“ roč. 1897. Burckhardt sděluje, že se H. L. van der Vallkovi v Davos-u podařilo fotografovat růžencový blesk, a uveřejňuje kopii této fotografie dle negativu jemu zaslaného. Zpráva zní: „Fotografie zhotovena ruční komorou, jejíž objektiv má vzdálenost ohniska 12 *cm*. Komora držena za prudké bouře, jež řádila 15. července 1896 v 10½ hod. v uvedeném místě, v ruce směrem k nebi, takže se zachytilo několik blesků na téže desce. (Obr. 13.) Vedle několika obyčejných blesků je na desce vidět — bohužel že ne celý — blesk složený ze samých teček. Při pohledu na fotografii se zdá, že jednotlivé světlé tečky zakřiveného blesku byly od sebe vzdáleny stejně, a že jsou toliko průmětem na rovinu seřaděny v jednotlivých místech těsněji. Největší vzdálenost sousedních dvou bodů činí téměř přesně 1 *mm*; byl-li blesk vzdálen 1 *km*, pak byly ve skutečnosti středy sousedních dvou bodů od sebe asi 8 *m*.“ (Průměr koulí, jež se nám jeví na obraze jako tečky, byl by pak dle této kopie asi 4 *m*.) „Van der Vallk, jenž již za dřívější bouřky, prý 9. prosince 1895, fotografoval podobný růžencový blesk, zaslal mi ochotně i tento negativ a dovolil jej uveřejnit. Ani tento blesk není celý na desce; povaha jeho je patrně táž, jak blesku předešlého.“

V téže zprávě sděluje Burckhardt, že stavitel Fechter viděl 1. nebo 2. září 1894 na večer ve Schwaden (Švýcary, kanton Glarus) krátce po sobě z téhož nepříliš hustého dešťového mraku vyšlehnouti 5 nebo 6 blesků, jež braly se téměř touže drahou a sjely k vyčnívající skále Eckstock-u. Blesky se skládaly vesměs z pravidelnýoh krátkých čárek.“

Wolff fotografoval blesk 4. září 1902 v 9 hod. večer. Za tím účelem zamířil přístroj na mrak a nechal objektiv (f/8) otevřený asi 20 minut. „Když v zorném poli objektivu sjel prazvláštní blesk,“ píše Wolff, „zavřel jsem objektiv a desku vyvinul.“ Na desce se objevila motanice čar a řada teček. „Bylo mi řečeno,



Obr. 13. Blesk růžencový.

že jsem šťastnou náhodou vyfotografoval blesk kulový.“ Proti výtce, že asi bylo přístrojem hnuto, se Wolff rozhodně ohražuje. Dle mého soudu by obraz takový vznikl jen tehdy, kdyby kulový blesk svou smotanou dráhu byl opsal částečně blízko objektivu, částečně ve značné vzdálenosti od něho, neboť jsou některé části

velmi tlusté, jiné velmi tenké; rozhodně by byl musil zůstati dlouho v zorném poli. Pak je však divné, že Wolff kulový blesk neviděl.

Považoval jsem za nutné zmínit se tu také o blescích růžencových, na něž upozornil Planté, jelikož tvoří jaksi přechod mezi blesky klikatými a kulovými. Ostatně stůjte zde ještě některé případy zaznamenané z dob starších, jež podobně jako blesky růžencové tvoří pojítko mezi oběma druhy blesků.

Schübler podává zprávu o dvou blescích, jež pozoroval 12. května 1823 v Simmersfeld-u. Blesky tyto končily proudy ohně tlustými jako lidské rameno, a na konci ohně vznikla koule, jež svítila ještě jasněji nežli blesk sám.

Známý meteorolog Kämtz pozoroval 11. června 1827 v Halle za prudké bouře několik blesků končících ohnivými koulemi.

Muncke pak viděl blesk, jenž sjel s mraku svisle k zemi a rozptýlil se v samé ohnivé kuličky.

Prodleli jsme poněkud déle při tomto velezajímavém předmětu, poněvač mnozí jeho existenci vůbec popírali, jiní (Hankel, Thomson) pak prohlásili za úkazy subjektivní, za přeludy vzniklé ve zraku předchozími prudkými blesky. Jich existenci naprosto popírat, jak to učinil Mascart, zajisté nelze, neboť již Arago, jenž na předmět ten obrátil pozornost učeného světa, uvádí celou řadu zaručených případů, jichž počet Sestier značně rozmnožil. Sauter pak podnikl sbírku všech zaručených zpráv a dospěl ke 213 případům doloženým svědky. Avšak ani Sauter nesebral případy všechny; mnohé z případů zde uvedených jsou mu neznámé.

Uvážíme-li, že blesky tyto pozorovali lidé daleko od sebe vzdálení prostorem i časem, lidé ze všech společenských vrstev, dělníci, rolníci, řemeslníci, obchodníci, inženýři, lékaři, professoři přírodopisu a fysiky, ano i odborní meteorologové, lidé, kteří o kulových blescích nikdy neslyšeli, i lidé, kteří zjev ten znali z literatury, a uvážíme-li, že se všichni ve svých zprávách shodují, že všichni popisují ve hlavních ob-

rysech úkaz souhlasně, nelze o existenci jeho pochybovat. A nutno také připustit, že úkaz jest objektivní, nikoli subjektivní přelud zraku, neboť byl z pravidla viděn netoliko jedinou osobou, nýbrž všemi přítomnými, byl také pozorován bez předchozích blesků a v uzavřených místnostech, kde tedy o nějakém předráždění zraku přílišnou intensitou blesku nemůže být řeč. Malíř Butti na př. byl naň upozorněn teprve křikem davu běžícího za „povětroněm“.

Z jak nicotných důvodů popírána existence kulových blesků, vysvítá nejlépe z případu následujícího. Dne 6. října 1890 podával Faye francouzské akademii obšírnou zprávu švýcarských meteorologů o bouři z 19. srpna 1890, a zmínil se při tom o několika ohnivých koulích pozorovaných za této bouře. Mascart se vyjádřil, že v jich existenci nevěří, a že předloženým pozorováním nepřikládá žádné váhy, jelikož pocházejí od prostých rolníků. „Avšak já sám ji také viděl,“ zvolal nadmíru prostě Dom Pedro d' Alcantara, bývalý císař brasilský, jenž sezení obcoval, a dodal, že asi roku 1850 na cestě, kterou podnikl koňmo v provincii Rio Grande do Sul, viděl vlastníma očima spadnout kulový blesk, jenž několik okamžiků běžel přes pole, načež vybuchl silnou ranou.

Již Arago a po něm mnoho jiných fysiků se pokusilo o vysvětlení záhadných blesků kulových, avšak se zdarem skrovným, jak ani jinak nemohlo být, jelikož fysikům nebyl znám ani jediný umělý zjev podobný kulovým bleskům byť i jen z daleka; proto z pokusů těch uvádím toliko jediný. De Tessan považuje kulové blesky „za druh leydenských lahví silně nabitých, jichž stěny místo ze skla jsou utvořeny vrstvou suchého vzduchu silně zhuštěného následkem vzájemné přitažlivosti elektřin nahromaděných na obou stranách této vrstvy, jichž vnitřek pak obsahuje vzduch více méně zředěný a proto také více méně pro elektřinu vodivý. A vskutku, takováto leydenská lahev by byla svítivou koulí následkem pozvolného spojování se obou elektřin skrz vrstvu zhuštěného vzduchu, jenž by nikdy nebyl absolutním

isolatorem. Koule by nejevila do vzdálenosti leč slabý účinek přítažlivý a odpudivý, jelikož by se účinky obou elektřin téměř rušily. Váha koule by závisela na velikosti zhuštění kulovité vrstvy a vzduchu uvnitř uzavřeného, jakož i na výšce teploty. Hustota koule by mohla býti taková, že by ji uvedl v pohyb i nejmenší popud okolního vzduchu. Kdyby se dotkla země, zůstala by neporušena, jelikož by k zemi mohla být odvedena toliko volná (nevázaná) elektřina s povrchu; kdyby však nějaké těleso, třeba isolator, vrstvu prorazilo a obě elektřiny spojilo, pak by se elektřiny na obou stranách zhuštěné vrstvy okamžitě spojily, a zhuštěný vzduch, na nějž by přestaly obě vrstvy elektřiny působit, by se rozšířil do vnitř i na venek a nastal by výbuch. Výbuch tento by byl tím prudší, čím více byl před tím zhuštěn vzduch obalové vrstvy, to jest čím větší množství elektřiny bylo nahromaděno na obou plochách a čím řidčí byl vzduch uvnitř. Spojením obou elektřin skrz isolující vrstvu by vznikl ozon, jenž by byl znatelný svým zápachem po výbuchu. Vesměs úkazy známé při kulových blescích."

Nelze popřít, že tato theorie vše vysvětluje — jen kdyby bylo lze pochopiti vznik takové leydenské lahve! Jak tlustá by musila být vrstva vzduchu a jak tento vysušen, aby mohl zabrániti spojení opačných elektřin tak ohromného napjetí! Vždyť jsou známé případy, že koule takové rozmetly zeď, zabily lidi, zpřerážely stromy atd.!

První, jenž dovedl kulové blesky nápodobit po kusem v malém, byl Gaston P l a n t é, známý vynálezce akkumulatorů. Planté spojil 200 akkumulatorů za sebou, čímž nabyl dynamické elektřiny vysokého napjetí. Ponořil-li drát spojený s kladným polem do kyselé aneb ještě lépe slané vody voltametru, a přiblížil-li se drátem spojeným se záporným polem ke hladině, roztavil se drát, čímž vznikl zvláštní výbuch a plamen, jehož barva závisela na látce, z níž elektroda tato zhotovena. Ponořil-li však záporný drát a přiblížil-li kladným drátem ke hladině, nenastalo roztavení, avšak na konci drátu se utvořila malá svítící koule, jejíž vznik doprovázen

zvláštním hukotem. Objemu koule přibývá, až poloměr vzroste na 5 *mm*, koule se počne otáčet, čímž se zploští a nabude tvaru ellipsoidu, jehož hlavní osa leží mezi oběma elektrodami. Úkaz okamžitě zmizí, sblíží-li se elektrody dostatečně; je-li drát jen nepatrně ponořen do kapaliny, vzniká na něm současně jiskra. Jakmile koule zanikla, objeví se hned znovu. Vznik točení vysvětluje Planté reakcí, podobně jako točení Segnerova kola. Střídavý vznik úkazu vysvětluje Planté tím, že se pohybem kapaliny záporný drát, jenž jest jen nepatrně ponořen, střídavě ponořuje a vynořuje. Že se hladina kapaliny zvedá, dokázal Planté tím, že kladný drát vložil do trubice a ponořil ji do kapaliny, jež v ní hned počala vystupovat.

Planté dále spojil póly 800 akkumulatorů s polepy kondensatorů isolovaných slídovou deskou; vybitím tohoto kondensatoru dostal jiskry, jaké skytá obyčejná Leydenská lahev. V místech, kde isolující vrstva byla velmi tenká nebo měla trhliny, prorazila ji elektřina následkem vysokého svého napjetí a tu vznikl zvláštní úkaz. Následkem vysokého žáru, jenž vzniká vybitím značného množství elektřiny vysokého napjetí, děje se výboj jiskrou, jež trvá dobu tak krátkou, jako jiskra elektřiny statické; zároveň se staniol a částečně i slída roztaví a vzniká z toho malá žhavá koule velikého jasu, jež se za zvláštního zvuku pomalu pohybuje po polepu kondensatoru, tvoříc nepravidelnou křivou ryhu, ježto se bere místy, kde isolator klade nejmenší odpor.

Planté chtěje své pokusy lépe přizpůsobit podmínkám, jaké nalézáme v přírodě, odstranil kondensator výše popsaný a užíval toliko vlhkých papírových ploch oddělených vzduchem. Zdrojem elektřiny mu tentokrát byla jeho batterie 1600 akkumulatorů, jejíž elektromotorická síla se rovnala asi 4000 Voltů. Staniolové polepy kondensatoru nahradil tedy papírovými plochami zvlhčenými destillovanou vodou, a slídovou desku vrstvou vzduchu; v přírodě by tomuto uspořádání pokusu odpovídaly dva opačně elektrické mraky oddělené vrstvou vzduchu, nebo mrak vznášející se nízko nad zemí. Spojí-li se pak obě vlhké plochy

s póly batterie, vznikne malá ohnivá koule, jež se semotam pohybuje mezi oběma plochama, až zmizí a vznikne nová, což se opakuje po několik minut.

Planté vyslovil domněnku, že při prudkých bouřkách, jež vznikají nahromaděním velikého množství elektřiny v ovzduší, nastává výboj podobný výboji silného elektrického proudu vysokého napjetí, takže se objeví blesk kulový, kdežto při méně prudkých bouřkách vídáme blesk klikatý podobný jiskře elektřiny statické. Planté se domnívá, že se kulové blesky podobně jako žhavé koule v jeho pokusech skládají z rozředěného a rozžhaveného vzduchu a plynů vzniklých rozkladem vody. Takové koule vznikají nejsnáze, je-li půda promočena silnými dešti neb ovzduší velmi vlhké. Silný svit koulí těch vysvětluje vysokým elektrickým napjetím částic nerostů a par tak v nich rozežhavených, že nastává jich dissociace. Je-li ovzduší s dostatek vlhké, převládá v koulích vodík, a koule zbarví se na červeno jako Geisslerova trubice naplněná vodíkem. Je-li však elektrický proud poměrně slabý, nastává rozklad v míře nepatrné, a převládá tu vzduch zředěný horkem; koule je barvy modré až fialové. Zvláštní hukot neb sykot připisuje Planté tvoření se par, a soudí z obdoby s pokusy, že koule jsou kladně elektrické.

Dle Planté-ovy domněnky doložené pokusy jsou tedy kulové blesky pozvolný a částečný výboj elektrického mraku, buď bezprostřední nebo způsobený influencí, nahromadilo-li se ve mraku zvlášť veliké množství elektřiny, a přiblížil-li se mrak sám nebo sloupec vlhkého vzduchu s mrakem spojeného velmi blízko zemi, takže se jí buď přímo dotýká neb jest od ní oddělen jen slabou vrstvou suchého vzduchu.

Nelze však upřít, že úkazy pozorované při kulových blescích na základě této domněnky ještě dopodrobna vysvětlit nelze, leč tolik jest jisto, že zásluhou Plantéovou pozbyly kulové blesky svého báječného nádechu, a že dnes známe úkaz obdobný, vznikající za podmínek, jež jsou při bouřkách zajisté často zplněny — úkaz to shodující se ve hlavních částech s kulovými blesky.

Planté se domníval, že zdroje statické elektřiny jsou nedostatečné pro nápodobení kulových blesků; L e p e l však dokázal, že silná influenční elektrika dostačí i na to. Postavil totiž isolovaně slídovou desku mezi dva hroty spojené s póly elektriky. Byla-li vzdálenost hrotů od desky velmi malá, prorazila elektřina desku; byla-li vzdálenost značnější, přestal přímý výboj jiskrou, a při určité vzdálenosti elektrod se objevily žhavé kuličky průměru as 0·5 *mm*, jež se někdy rychleji, jindy zvolna pohybují sem tam, pojednou zastaví a pohyb počnou znovu. Přiblíží-li se elektrody téže straně skleněné desky, na niž se položilo několik proužků vlhkého papíru, objeví se mezi nimi bloudící kuličky průměru 1 *mm*, jež se často pohybují i vzduchem. Pokryjem-li kraje dvou skleněných desek postavených proti sobě ve vzdálenosti asi 2 *cm* silně navlhčeným papírem a spojíme je s oběma póly, vzniknou na záporné desce ohnivé kuličky, jež se od ní odlučují a putují k desce kladné. Dosti slabým proudem vzduchu pak zanikají za zvláštního sykotu.

5. **Účinky blesku.**

a) Ú č i n k y z v u k o v é.

Po objevení blesku téměř vždycky následuje h r o m. Někdy je to zvuk krátký, jasný, jako výstřel z bambitky, někdy připomíná rychlou palbu většího oddílu vojska, avšak nejčastěji je to zvuk hluboký, rachotivý, jenž končí zvláštním duněním. Toto rachocení přirovnávají mnozí ke hluku, jaký působí těžký vůz (valník) jedoucí po skalnatém svahu nebo špatné dlažbě. Nám se zdá zvláštní zvuk ten nejpodobnější hluku, jaký činí vlak jedoucí po železném mostě.

Hrom trvá někdy sotva vteřinu, jindy třeba celou minutu. Při jedné bouřce r. 1889 jsem napočítal 51 vteřinu. Arago udává jako nejdelší kdy pozorovanou dobu 72 vteřiny. Jindy jsem slyšel po blesku zvuk, jenž trval

1—5 vteřin, načež nastalo úplné ticho a pak teprv následovalo známé dunění hromu.

Znásobíme-li počet vteřin uplynulých mezi bleskem a hromem rychlostí zvuku (333 *m* za 1 vt.), poznáme vzdálenost bouřky; jestiť vzdálena tolikrát $^1/_3$ *km*, kolik uplynulo vteřin. Podobně naleznem rozdíl vzdálenosti krajních bodů blesku od nás, znásobíme-li $^1/_3$ *km* počtem vteřin, po které hrom trval (ne však následující dunění).

Hrom blízké bouřky začíná zpravidla prudkou úsečnou ranou, po níž následuje rachocení, jež pozvolna přechází v dunění. Hrom bouřky vzdálenější mívá někdy týž průběh, někdy však počíná duněním, po němž teprve následuje rachocení o intensitě zvolna přibývající, pak slábnoucí, až duněním odumírá.

Stůjte zde dva příklady: Jedenáctou vteřinou po blesku počalo dunění, ve vteřině 12. ráz s následujícím rachocením, jež vteřinou 32. přechází v dunění trvající až do vteřiny 50. V případě jiném počal hrom vteřinou 10. po blesku velmi slabě duněti, 13. vteřinou nastalo rachocení, jež se ve vteřině 20. ztrojnásobilo a vteřinou 35. přešlo v dunění, jež vteřinou 39. zaniklo.

Při bouřkách velmi prudkých, kdy blesk stíhá blesk, rachocení a dunění vůbec neustává, nýbrž trvá v měnící se síle třeba půl hodiny.

Někdy slyšíme hrom aniž jsme viděli blesk; bývá to zpravidla jen temné dunění s malou vlnitou změnou intensity. Světlo blesku bylo patrně pohlceno vrstvou hustých mraků. Někdy zas vídáme blesk (vždy jen plošný) neslyšíce hromu.

Blesk rozryv násilně vzduch dá vznik zvukové vlně ohromné amplitudy, zvuku prudkému, třaskavému Zvuk ten však nevznikl v jediném bodě, nýbrž na celé vlnité čáře; slyšíme jej tedy tak dlouho, jak dlouho potřebuje, aby proběhl dráhu rovnající se rozdílu vzdáleností nejbližšího a nejvzdálenějšího bodu dráhy bleskové.

Mysleme sebe na konci řady vojínů dlouhé 1000 *m*, kteří přesně týmž okamžikem vystřelí z pušek. Mezi ranou vojína nejbližšího, kterou uslyšíme okamžitě, a výstřelem vojína nejvzdálenějšího uplynou tři vteřiny (1000 *m* : 333 *m* = 3), a uslyšíme zvuk trvající tři vteřiny, zvuk to, jehož síla čím dál tím více ubývá. Budí-li zvuk zároveň ozvěnu blízkých lesů, budov a mraků, bude občas zesilován ozvěnou, čímž vzniká rachocení, kdežto odrazem ode vzdálených stěn vzniká slabé dunění.

Mysleme se nyní před středem téže řady vojínů. Zvuk vzniklý výstřelem potrvá toliko $1^1/_2$ vteřiny, k uchu našemu doráží vždy ze dvou míst, a bude tedy dvakrát silnější; ostatně se však nezmění nic. Avšak amplituda vlny vzniklé bleskem zajisté není všude táž, jelikož odpor, jaký naléza elektřina vyrovnávající se bleskem, není ve všech bodech týž. Uvážíme-li dále, že dráha blesku není přímá, nýbrž vlnitá s mnohými pobočnými větvemi, že neleží v jedné rovině, a přihlédnem-li současně ke zvuku odraženému od různě vzdálených a různě rozložených stěn, lesů, mraků atd., pochopíme, že se počet a intensita vln dorážejících k našemu uchu každým okamžikem mění; je tedy rachocení hromu zajisté s dostatek vysvětleno, a dunění pak jest ozvěna rachocení.

K bodům zde vytčeným, pokud mně známo, nikdy nepřihlíženo, pročež vysvětlení rachocení bylo tak nucené. Že by se dal úkaz vysvětlit interferencí zvuku, jak mnozí — na př. K ä m t z — za to mají, nevěřím. Můžemeť o interferenci mluvit toliko při pohybu periodicky se opakujícím; toho zde však není, neboť bleskem vznikne zpravidla vlna jediná, ať už blesk je vlnou oscillatorní či ne. Přichází-li k našemu uchu zvuk z různých bodů současně, přichází tam vždy pohyb téže měny.

Že se za příznivých okolností také rána z bambitky neb děla prodlužuje ozvěnou ve zvuk dunivý, ano i slabě rachotivý, toho stůjte zde některé zaručené doklady.

B a c o n vypravuje: „Zavěsili jsme patronu se střelnou bavlnou na provaz 48 *m* pod loďkou ballonu a zapálivše ji el. proudem byli jsme připraveni na ohromnou ránu. Jaké však bylo naše podivení, když

zazněl pouze třesk podobný výstřelu z pistole. Co jsme několik okamžiků uvažovali o nepatrném výsledku explose, zahřměla detonace odražená od země v plné hromové síle, a odrážejíc se od blízkých mračen a pozemských předmětů podobala se s dlouhou svojí ozvěnou úplně pozvolnému burácení hromu.

Wil. Scoresby slyšel u jezer Killarney-ských ránu z bambitky prodlouženu v lomoz trvající 30 vteřin. Humboldt, Gay Lussac a Laplace slyšeli při svých pokusech o rychlosti zvuku rány z děla proměněné v lomoz trvající 20—25 vteřin.

Též na širém moři jest úkaz tento známý; tu však ozvěna může vzniknout jedině odrazem od mraků. Muschenbroek slyšel za jasného počasí ránu z děla jako jediný ráz; později slyšel na témže místě dlouho trvající hlomoz, neboť bylo pod mrakem. Já sám jsem pozoroval ve Vídenském Novém Městě týž úkaz. V tamější vojenské akademii se na císařovy narozeniny střílí z děl. Jednou jsem byl střelbě přítomen; děla stála v parku na louce obklopené alejemi, a nade stromy vyčnívaly v pozadí mohutné budovy akademie, kostely a městské budovy. Bylo pod mrakem. Každá rána vzbudila zřetelnou 36násobnou ozvěnu přecházející v dunění, patrně odrazem od stromořadí, budov a mraků. Roku následujícího jsem opět spěchal pokochat se rozkošnou ozvěnou, avšak neslyšel jsem nic; bylť jasný den a batterie postavena na jiném místě.

Počne-li hrom duněním, je vysvětlení jeho obtížnější. Předem nutno konstatovat, že hrom počíná duněním jen tehdy, je-li bouře vzdálená. Domnívám se, že tu hrom počíná duněním jen zdánlivě, že se totiž část hlavního úderu promění v dunění značným seslabením zvuku. Musí-li na př. zvuk přicházející z nejbližších bodů blesku projít několika vrstvami mraků, na jichž rozhraní vzniká odraz, může seslábnout tak, že se přemění v pouhé dunění; má-li zvuk přicházející z bodů vzdálenějších cestu volnější, slyšíme pak teprv (zdánlivě) hlavní úder a rachocení. Tak také lze vysvětliti přechod rachocení v dunění a toho opět v rachocení neb dočasné přerušení hromu.

Konečně stůj zde zmínka o zvláštním zvuku, jímž bývá doprovázen úder blesku. Je to jakési svištění, které lze nejlépe přirovnat ke zvuku, jaký způsobí vystřelená koule. Slyšel jsem o něm často vypravovat, avšak nepřikládal jsem vypravování víru, neboť jsem se nikde o zvuku tom nedočetl. Roku 1902, krátce po Božím Těle, rozzuřila se kolem 1 hod. odp. nad Kroměříží prudká bouřka. Pojednou jsem uzřel blesk a současně zazněl hrozný úder hromu a příšerné ono svištění. Vkročil jsem do kuchyně jsa přesvědčen, že udeřilo do domu. Jakmile jsem otevřel dveře, vybavila se mně představa střílejícího vojska a slavnosti Božího Těla. Tak intensivní byl v kuchyni zápach po střelném prachu. Dým tam nebyl žádný a po blesku ani stopy. Lidé na dvoře viděli však vyšlehnouti z odkapu plameny do džberu stojícího pod ním a naplněného vodou. Asi za pět minut následoval druhý blesk, jenž udeřil ve vzdálenosti asi 300 *m* do břehu mlýnského potoka. Také tentokrát jsem slyšel ono zahvizdnutí. Klam je tu úplně vyloučen, neboť je se mnou slyšeli všichni členové mé rodiny. Vznikl-li zvláštní ten zvuk ve vzduchu neb ve vodě, nedovedu rozhodnout.

b) Účinky chemické.

Kdykoli jsem slyšel prostý lid vykládat o úderu blesku, vždy učiněna zmínka o zápachu po střelném prachu neb síře. Již Homér a Vergilius mluví při úderu blesku o sirném zápachu a dýmu. Někdy se tento dým vyvinuje ve množství jen nepatrném, jindy však ve množství úžasném.

Loď „New York“ byla 19. dubna 1827 zasažena dvěma údery blesku. Při úderu prvém nebyl hromosvod vztýčen; loď byla značně pošramocena, avšak nic nezapáleno, jelikož blesk sjel po kovových částech do moře. Nicméně se kabiny naplnily sirným dýmem. Při úderu druhém byl hromosvod na svém místě. Loď zazářila jako ponejprv ve světle, a ač nebyla nijak poškozena, přec se lodní prostory, zvlášť damské kabiny, naplnily dýmem tak hustým, že nebylo lze skrz něj zrakem proniknout.

Po úderu blesku do kostela v Château Neuf les Monstiers naplněn tento kouřem tak hustým, že bylo lze kráčet ku předu jen pomocí hmatání.

Zpráva o blesku, jenž 4. července 1894 zasáhl napajedelskou faru, končí slovy: „Sirného zápachu zanechal blesk ve světnici plno.“

Není pochybnosti, že zvláštní tento zápach vzniká ozonem tvořícím se při každém elektrickém výboji, jehož bleskem se musí tvořit množství značné; skutečně je také vzduch po bouřce vždy ozonem bohatší než před bouřkou. Ostatně zaznamenali mnozí pozorovatelé, že po blesku zůstal silný zápach ozonovitý. Dým pak, jenž často pozorován i když blesk nezapálil, vzniká sežehnutím prachu, odpařením kovu a p.

Liebig provedl analysi 77 různých dešťových vod, z nichž 17 padlo za bouřky. V těchto nalezl větší neb menší množství kyseliny dusičné a čpavku, kdežto v ostatních byly toliko stopy těchto sloučenin. Tvoří se tedy působením blesku ze vzduchového kyslíku a dusíku kyselina dusičná. Provádí tedy blesk po tisíciletí to, co v laboratoři ponejprv provedl Cavendish na nemalé překvapení učeného světa.

c) Účinky tepelné.

Že blesk taví kovy, bylo známo již starým spisovatelům, jak vysvítá ze spisů Aristotelových, Senecových a Pliniových.

Píšeť na př. Seneca o blesku: „Peníze roztaví aniž poškodil jich schránku, dýka se roztaví a pochva zůstává celá, železo stéká podél kopí aniž toto vzplane.“

R. 1827 zasažen d' Aussac bleskem. Garipuy, člen akademie Toulouse-ské, prozkoumal pečlivě jeho kord a shledal čepel tam, kudy se bral blesk, povrchně roztavenou aniž kožená pochva utrpěla škodu. Věc není tak podivuhodná, jak se zdá na první pohled. Uzounké ostří, podél které byla čepel mžikem roztavena, je kolkolem oklopeno ocelí, tedy výborným vodičem, a ochladne dřív, než pochva vzplane. Tak asi třeba také rozuměti zprávám Senecovým; neboť aby se roztavila celá čepel a pochva zůstala neporušena, jest jednoduše nemožno.

Případy, že dlouhé dráty rozprášeny, ano silné tyče roztaveny, nejsou nijak vzláštní. Při úderu blesku, jenž zasáhl loď „New York“, byl lodní můstek poset malými železnými kuličkami, jež se vpálily do podlahy. Druhý blesk zasáhl vztýčený hromosvod, kuželovitou to tyč dlouhou 1·2 *m* o průměru 11 *mm*, jež končila v jemný hrot. Vrchní část tyče, jež tvořila kužel vysoký 3 *cm* s průměrem 6 *mm*, byla bleskem roztavena. Tyč byla s mořem spojena železným řetězem dlouhým asi 40 *m*, jakých užívají geometrové, jenž se skládal ze článků dlouhých 45 *cm* o průměru 6 *cm*. Vše, co z něho zbylo, netvořilo ani 1 *m* délky; ostatní vše roztaveno.

Dne 10. července 1894 udeřil blesk do Zappovy hájovny u Wiesentalu, vjel do hodin na stěně, roztavil stroj, ušetřil nájemce sedícího pod nimi, avšak zabil psa ležícího na zemi a zapálil dům.

Zvláště prudké bouřky zuřívají na horách, a tu lze stopy blesku, jež zanechal roztavením kovů a skal, stopovat do značných výšek.

Na hoře Säntis ve Švýcarech zřízena r. 1882 meteorologická stanice spojená s údolím telegrafem; drát telegrafu byl původně připevněn k železným nosičům. Přes časté opravy vypovědělo toto vedení r. 1892 službu, neboť bylo vichřicemi a častými bouřkami téměř úplně zničeno, pročež roku 1892 spojena observatoř s vrchem Meolisalp kablem ležícím na zemi. Nové toto spojení nemohou už vichřice poškodit, avšak tím větší škody na něm působí blesk. Největší škodu způsobila bouřka, jež se snesla nad krajinou 28. června 1885 v 9 hod. 35 min. večer. Úředník, jenž zmíněného dne řídil pozorování, prozkoumal následujího jitra telegraf a shledal, že drát v délce 600 *m* zmizel; toliko na isolatorech zbyly kousky dlouhé as 1 *cm*, jakož i drát upevňovací. Jelikož nezbyla po drátu nikde ani stopa, lze soudit, že úplně shořel. Na observatoři nalezen v pojišťovací desce otvor hluboký 5 *mm*. Na vrcholu hory stojí domek

s anemometry, jenž opatřen šesti hromosvodnými tyčemi; platinové hroty dvou z nich byly roztaveny. Pod jehlancem na cestě k hostinci uraženo bleskem několik balvanů.

Na vrcholu hory Puy de Dôme stojí podobná stanice; je to věž vysoká 8 *m*, nad níž strmí stožár vysoký 6 *m* s Robinsonovým anemometrem. Na měděných polokoulích je mnoho stop po blescích, jež zasahují vždy jen horní jich poloviny; na všech jsou stopy tavení, na jedné na 12 místech, na druhé na 15, na třetí na 18 a na čtvrté na 20 místech. Železný kruh tlustý 4 *mm*, jenž je spojuje, je na 4 místech roztaven. Všude je roztavený kov nadzdvižen v podobě kuželů podobných kraterům.

Také ve zprávách stanice Sonnblick-ské čteme o podobných spoustách.

Saussure nalezl na temeni Mont Blanc-u spousty amfibolové břidlice pokryté na povrchu temnými — patrně skelnými — kapkami a bublinami, jež připisuje blesku; nalezlť podobné bubliny také na cihle, do níž udeřil blesk. Ramond shledal totéž na temenech pyrenejských. Humboldt pak nalezl na vrcholu sopky Toluca (4550 *m*) skálu na povrchu silně zeskelnatělou; hmota skelná byla barvy olivové, rozsah její 6·8 cm^2, tloušťka 5 *cm*.

Dne 14. dubna 1902 se nad Berlínem strhla neobyčejně silná bouřka s průtrží mračen. Blesk sjel do vrchního vedení elekrické tramvaye, zasáhl jeden z litých jeho sloupů a vypálil na 0·75 *m* od vrcholu dolů spiralovitou ryhu, z níž roztavená litina stekla na dlažbu. Sloup se při tom naklonil, a jeho konec v zemi se dotknul dvou kablů vedení pro světlo, do nichž blesk sjel a na obě strany se rozvětvil. Na délku 20 *m* byl jeden z kablů roztaven úplně, druhý částečně. Dalších 25 *m* zůstalo vedení zcela neporušeno a teprv následující 22 *m* úplně roztaveny a svařeny s pískem, ve kterém je vedení uloženo. Jak mohutný proud elektřiny tu sjel k zemi, patrno z toho, že roztaven drát o profilu 500 mm^2; množství mědi, jež při tom roztaveno, obnáší 180 *kg*. O mohutnosti

úderu svědčí také to, že veliký betonový základ dotyčného sloupu byl šikmo stlačen, výkon to, jenž vyžaduje ohromné energie. Na připojených obrazcích č. 14 a 15 vidíme kabel roztříštěný a roztavený.

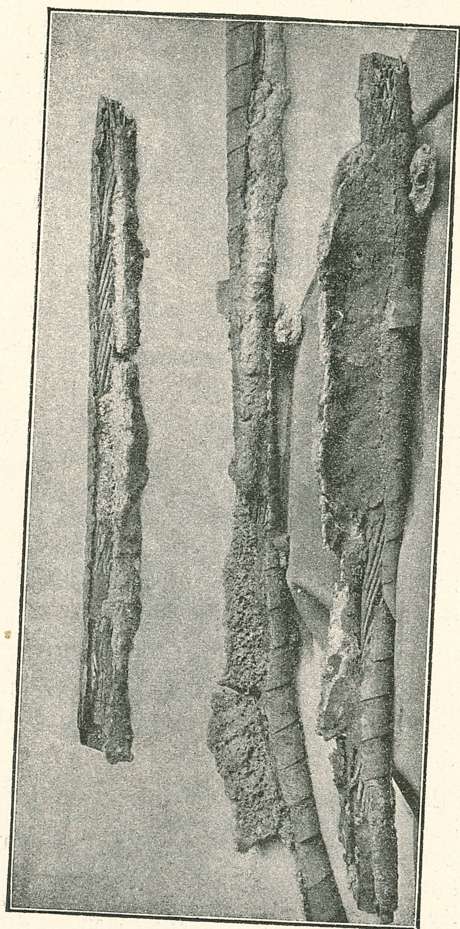
Abychom nabyli ponětí o energii tohoto blesku, vypočtěm tepelný jeho effekt. Aby se 180 *kg* mědi zahřálo na 1050° C, t. j. na bod tavení, je třeba 180 millionů grammkalorií. Tyto lze získati zpotřebou okrouhle 75.10^7 Voltů, t. j. tento tepelný effekt by byl způsoben na př. proudem 75 Ampérů při napjetí 10,000.000 Voltů za jednu vteřinu. Dejme tomu, že blesk trval $\frac{1}{1000}$ vteřiny, t. j. že celkem pohyb elektřiny kabelem trval $\frac{1}{1000}$ vteřiny. V téže době by vyvinul tolik tepla proud 7500 Ampérů při napjetí 100,000.000 Voltů.

Veškerá zpotřeba proudu v Praze za rok 1903 obnášela prý $7^1/_2$ millionů kilowattových hodin. Všechna tato energie, kterou Praha za rok zpotřebuje na osvětlování ulic a soukromých bytů, na pohon dráhy a strojů v průmyslových závodech, stačila by jen na 36 vteřin pro udržování proudu takové energie, jakou jsme shledali ve zmíněném blesku!

Ve skutečnosti však byla energie blesku ještě daleko vyšší. Předně se neproměnila v teplo všechna, část proudu šla kablem dále, nečítán tepelný effekt práce spojené s pošinutím betonového základu, a zanedbáno skupenské teplo při tání mědi.

Dne 28. srpna 1902 udeřil o $^1/_2$9 hod. večer v Kobeřicích u Slavkova blesk hned na počátku bouřky do domku manželů Matyášových; vlastně udeřilo do štítu stavení stojícího vedle a as o $1^1/_2$ *m* vyššího. Ze štítu vyčníval železný hák, kolem kterého byla otlučena malta až na cihly. Ke štítu přiléhá půda domku Matyášova, jež byla naplněna slamou. Touto prošel blesk nezapáliv a vnikl do kuchyně zanechav ve stropě stopy na čtyřech místech. Po stěně

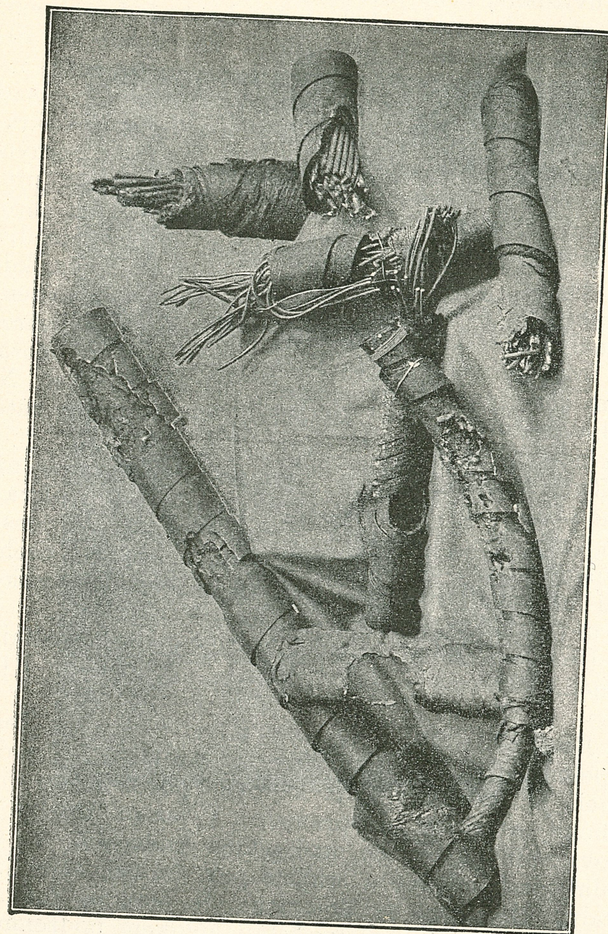
kuchyně bylo rozvěšeno kuchynské náčiní, jež zůstalo netknuto; pouze železná lopatka hozena na zem a dřevěná rukojeť rozštípnuta na kusy. Hřebíky, na



Obr. 14. Kabel zničený bleskem.

nichž věci visely, byly jakoby opáleny. V kuchyni mezi oknem a dveřmi visela plechová krabice a pod ní zrcádko. Pod zrcádkem seděl na lavici hospodář a

kouřil dotýkaje se hlavou téměř zrcádka; kousek od něho stranou seděla jeho žena. Na krbu stála hořící lampa. Žena mu vyčítala, že ustavičně kouří, ač ví,



Obr. 15. Kabel zničený bleskem.

že ji kouř dusí. On se nad tím zasmušil a ohnul se silně k zemi, což mu asi zachránilo život; neboť v tom zasvitlo, a už byli jako omráčeni. Lampa uhasla

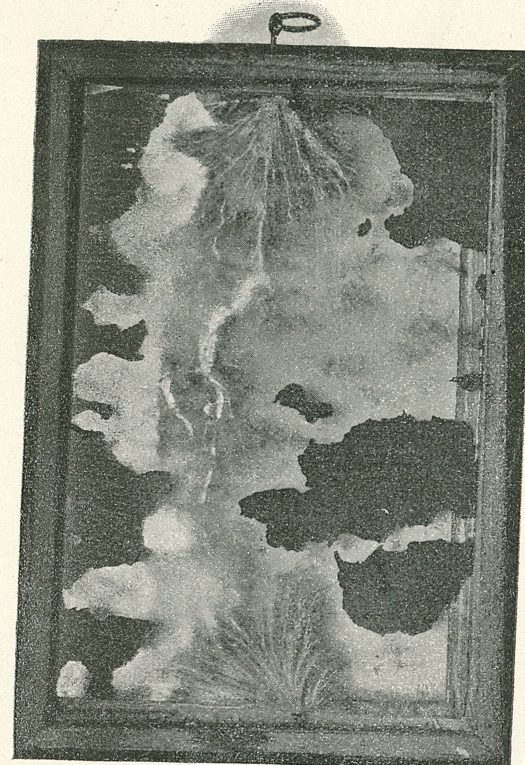
a kuchyně se naplnila zápachem jako po střelném prachu. Teprv asi za minutu hospodář na ženu promluvil. Hospodáři po tři dni hučelo v uších, jakoby slyšel hvízdání; ženě nic. Asi 20 kroků nad Matyášovým stavením stála mladá hospodyně před statkem. Byla sražena k zemi a zdálo se jí, že udeřilo do silnice. Asi 30 kroků pod týmže stavením pracoval na mlatě hospodář a byl sražen k zemi. V kuchyni nad zmíněnou plechovou krabicí otlučena silně malta; krabice zůstala neporušena. Zrcádko pokryto stříbrným amalgamem. Jemná vrstva stříbra chráněna pruhovaným nátěrem ze šellaku, k němuž přidáno chrómové žluti. Na obraze č. 16 jsou temné ty části zrcadla, které zůstaly neporušeny, a bílá jsou ta místa, kde všechen jeho povlak zničen. Zrcádko bylo upevněno v rámci třemi hřebíčky. Obrazce vytvořené jiskrou jsou zvláštní barvy, asi takové, jaké nabývá mosaz silným žárem, při čemž prosvítá stříbrný podklad. Na několika místech je kov odtaven, avšak ochranný nátěr zcela neporušen.

Tyto obrazce vyhořené na onom zrcádku se nápadně podobají t. zv. Lichtenbergovým obrazcům, které se objeví na citlivé fotografické desce posypem-li ji tenkou vrstvou jemných sazí a necháme-li na tuto desku nebo z ní seskočit elektrickou jiskru vysokého napjetí. (Viz obr. 17 a 18.)

Uhodí-li blesk do silné vrstvy písku obsahující křemen, vznikají zvláštní útvary, jež zoveme bleskovce čili fulgurity.

Pastor Hermann nalezl r. 1706 na hoře Teplé (Töpelberg) ve Slezsku v písku zvláštní trubice; jednu z nich jal se vykopávat a kopal podél ní asi 5 *m* hluboko, až přišel na pramen. V tamní krajině se objeví zmíněné trubice nad půdou často tím, že vítr okolní písek odvane a trubice pak ční nad zemí jako koraly. Hermann se domníval, že jsou to rostliny, jež v květnu a červnu vyrůstají účinkem podzemního žáru; ve sbírkách drážďanských ukazován dlouhou dobu fulgurit pod rostlinným jmenem „Osteocolla maslensis vitrificata“.

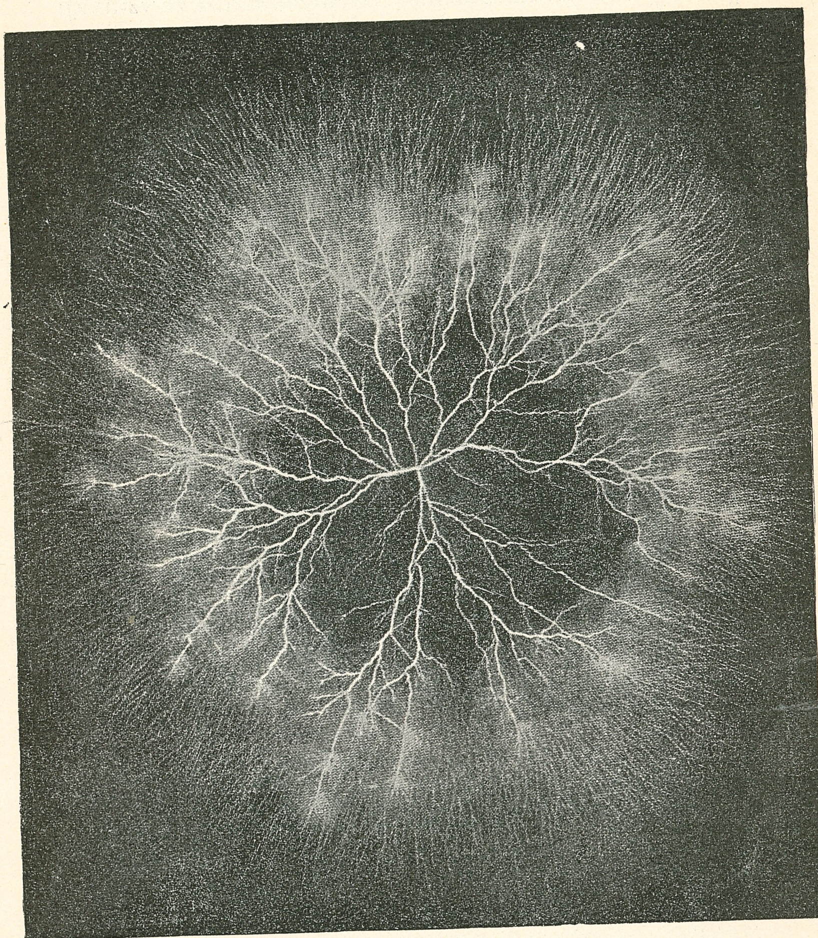
Hermannův objev zapomenut, až r. 1805 objevil fulgurity znovu hospodář Hentzen v písčité rovině paderbornské zvané „Senne“. Hentzen mínil, že vznikají



Obr. 16. Zrcadlo zničené bleskem.

bleskem. Trubice tyto nalezeny později také ve Westfalsku, Východním Prusku, Cumberlandu, v Uhrách a na pokraji Sahary. Africké jsou stejnorodější než ostatní, bezbarvé, průsvitné, podobné krápníkům.

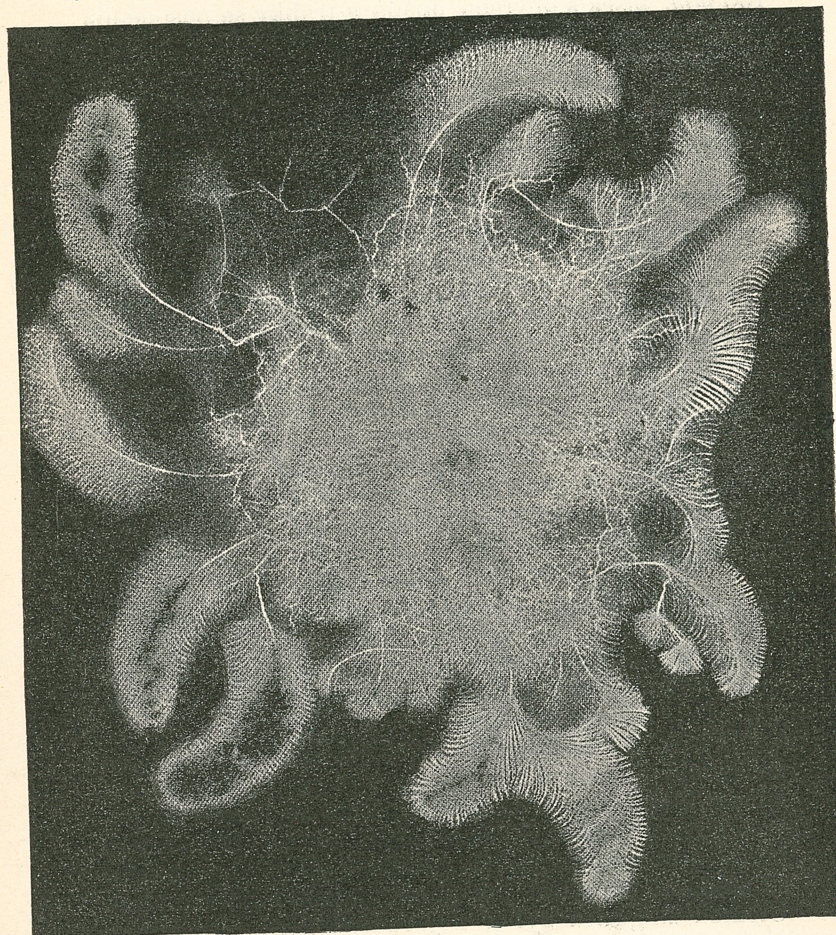
Též v Brasilii nalezeny podobné útvary (obr. 19), jenže ne kulaté, nýbrž hranaté.



Obr. 17. Fotografie elektrického výboje vysokého napjetí proti citlivé desce.

Fulgurity paderbornské prozkoumal K. G. Fiedler; mnohé dobyl ze země, jiné posbíral v písku — patrně

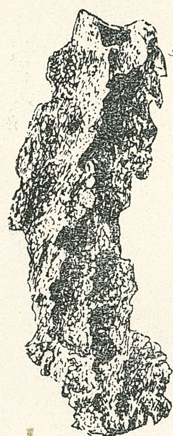
úlomky trubic odkrytých větrem. Trubky tyto (obr. 20) jdou do země někdy téměř svisle, jindy směrem šikmým;



Obr. 18. Fotografie elektrického výboje vysokého napjetí z citlivé desky.

ony bývají na povrchu hladké, tyto drsné. Délky dosahují často přes 10 *m*. Z trubice hlavní vybíhají

často pobočné, jako z hlavního silného kořene kořeny slabší. Zpravidla se rozpadají na částky dlouhé 10 až 130 *mm*, písek s povrchu opadá a trubky se působením větru obrousí. Na vnitřních stěnách je písek proměněn ve sklo, jež zhusta opalisuje. Zrnka vyčnívající ze stěn jsou zaokrouhlená, jakoby se byla počala tavit. Barva je různá dle složení písku. Trubice o stěnách tlustých bývají zevnějšku drsného, mají příčné trhliny, takže vydobyty ze země se rozpadají na částky dlouhé ½ *cm* až několik *dm*, jež k sobě těsně přiléhají; trhliny zajisté vznikly ochlazením tlusté hmoty skelné. V trubicích tenkostěnných, kde proměněna ve sklo jen tenká vrstva písku, jsou trhliny řidčí; v pobočných větvích pak jsou vzácností.

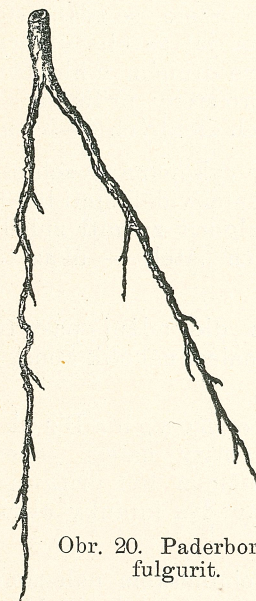

Obr. 19. Brasilský fulgurit.

Fiedler sledoval trubice až do vrstev vodonosných, v nichž mizely. Hlavní část jedné z trubic jím vykopaných se skládala ze 337 dílů, s odbočkami pak asi ze 400 dílů, jež tmelem opět spojil v celek. Trubka ta má na horním konci světlost as 1 *cm*, na konci druhém otvor jako slabé vraní pero.

Písek sennský se dle Fiedlera skládá z jasných zaokrouhlených zrn a stává se v plamenu Marcet-ovy lampy bílým a neprůhledným. Zrna se žárem na povrchu mění ve sklo, kdežto vnitřek zůstává bílý. Zrnka takto stavená se úplně podobají úlomkům trubky se stěnami tenkými jak papír, jakou Fiedler nalezl. Úlomek fulguritu byl v nejprudčím žáru této lampy na hranách nepatrně roztaven, ač se v témže plameni roztavil platinový drát. Jak ohromný tedy musí být žár způsobený bleskem, jenž vytvořil tyto trubice v délce až 15 *m*! Písek okolo trubice bývá často zbarven na červeno; vařen s čistou kyselinou solnou

nabývá však opět barvy bílé. Reakcí zásaditou se sráží železo.

C o n v e r d e n vykopal v Münsteru dvě trubice; jedna byla dlouhá 5 *m*, druhou sledoval 4·5 *m* daleko aniž dospěl ke konci. Jiní nalezli trubice dlouhé až 14 *m* i více.


Obr. 20. Paderbornský fulgurit.

V Anglii zkoumal L. I r t o n. Anglické fulgurity jsou podobné německým, avšak barvy poněkud temnější; jsou stáří nevalného, jelikož písečné pahrbky (poblíž Drigg-u) jsou pohyblivé — větrem vznikají a zanikají — a fulgurity pak pískem nechráněné se rychle rozpadají. Pokusy Irtonovy s Marcetovým kahanem vedly k těmže výsledkům jako pokusy Fiedlerovy.

Že fulgurity vznikly bleskem, o tom není nejmenší pochybnosti. Dne 3. září 1789 udeřil blesk v Pakington-u do dubu vysokého 12 *m*, a sice do větve, jež vybíhala nejdále k jihu. Zabil muže, jenž tu hledal před bouří ochranu, a spálil jeho šat i mech v místě, kde se člověk ten opíral o strom hlavou; část blesku sjela po hůlce, kterou držel v ruce, do země a utvořila tu díru 125 *mm* dlouhou a 60 *mm* širokou. W i t h e r i n g, jenž případ tento vypravuje, ohledal otvor, avšak nenalezl v něm nic. Později shledáno při kopání, že hlína do hloubky 2·5 *dm* zčernala, a o 0·5 *dm* hlouběji nalezena roztavená hmota křemenitá, jež se táhla do hloubky 4 *dm*. Tři kusy této hmoty vytaženy; dva

z nich měly tvar trubice uvnitř sklovité se steklými kapkami skla.

Fiedler vypravuje, že lékárník ve Fridrichsdorfu navštíviv místo, kde byly dvě osoby zabity bleskem, nalezl fulgurity.

Dne 17. července 1823 udeřil blesk do břízy poblíž Rauschen-u. Obyvatelé, kteří přiběhli ke stromu, nalezli dva otvory, z nichž jeden, ač pršelo, se zdál ještě teplý. Prof. Haagen z Královce jal se oba otvory zkoumat; v jednom nenalezl nic, ve druhém v hloubce $^1/_3$ *m* počínala trubice, jež však pro stěny příliš tenké mohla být vyhrabána jen v úlomcích dlouhých 4—5 *cm*.

Prof. Pfaff obdržel fulgurity vykopané na schleswickém ostrově Amrum-u. Námořníci viděli sjeti blesk do země, hned kopali a nalezli fulgurit zevnitř zuhelnatělý patrně spálením ústrojných látek — úkaz to častěji pozorovaný i jinde.

Busch kopal v místě, kde dle udání pastýře udeřil před několika dny blesk, a nalezl několik kousků fulguritu dlouhých 2—3 *cm*.

Velezajímavý nález učinili Greenough a Buckland. Zkoumajíce driggské fulgurity nalezli jeden směřující k balvanu porfyru, k němuž byl přitaven; na místě, kde se stýkaly, nalezeny dva lupínky olivinového skla.

Zpráv o požárech způsobených bleskem nalézáme v denních listech tolik, že netřeba o nich mluvit. Mezi lidem je rozšířena domněnka, že požár způsobený bleskem nelze uhasit; je to ovšem pověra. Nelze však upřít, že udušení požáru vzešlého bleskem bývá v případech, kdy se blesk bral podél mnoha hořlavých látek, velmi obtížné, ne-li nemožné, poněvač požár vzniká na mnoha místech současně.

Zajímavé je zajisté faktum, že nebezpečí blesku v nejnovějším čase nepopíratelně vzrostlo. V. z Bezoldů prozkoumal akta bavorské všeobecné pojišťovny — počet pojištěných budov byl nejméně 90% budov

veškerých — a shledal, že v letech 1844—65 zasaženo bleskem celkem 1100 budov; z těch připadalo na:

Rok	Počet zapálivších blesků	Počet dnů, v nichž blesk zapálil	Průměrně na 1 bouřný den
1844	24	18	1·33
1845	40	24	1·66
1846	53	31	1·71
1847	32	19	1·68
1848	29	13	2·23
1849	27	20	1·35
1850	30	23	1·30
1851	35	19	1·84
1852	53	27	1·96
1853	63	37	1·70
1854	41	23	1·78
1855	43	27	1·59
1856	75	31	2·42
1857	71	33	2·15
1858	57	31	1·84
1859	56	30	1·87
1860	55	24	2·29
1861	65	32	2·03
1862	60	26	2·31
1863	84	33	2·55
1864	85	25	3·32
1865	86	14	6·14

Dle měsíců uspořádán počet blesků zasáhnuvších budovy v této tabulce:

Průměr za dobu	Leden		Únor		Březen		Duben	
	1-15	15-31	1-15	15-28	1-15	15-31	1-15	15-30
1844—54	1	1	0	1	0	0	10	22
1855—65	11	3	0	0	2	2	14	4
1844—65	12	4	0	1	2	2	24	26
Počet dnů, v nichž uhodil blesk	3	3	0	1	1	1	19	15

Průměr za dobu	Květen 1-15	Květen 15-31	Červen 1-15	Červen 15-30	Červenec 1-15	Červenec 15-31	Srpen 1-15	Srpen 15-31
1844—54	29	44	25	56	35	62	55	33
1855—65	35	73	100	64	64	140	72	87
1844—65	64	117	125	120	99	202	127	120
Počet dnů, v nichž uhodil blesk	31	64	67	63	55	80	70	62

Průměr za dobu	Září 1-15	Září 15-30	Říjen 1-15	Říjen 15-31	Listopad 1-15	Listopad 15-30	Prosinec 1-15	Prosinec 15 31
1844—54	15	6	0	2	0	0	1	0
1855—65	29	11	2	0	0	0	0	2
1844—65	44	17	2	2	0	0	1	2
Počet dnů, v nichž uhodil blesk	24	14	2	2	0	0	1	2

Ač jsou variace ne nepatrné, nelze popřít nápadné stoupání. Počet, jenž z tisíce pojištěných budov byl zasažen bleskem, nazval Bezold „číslem frekvenčním“ a shledal, že je toto číslo pro města o víc než polovinu menší nežli pro venkov. Příčinou úkazu toho jest užívání hromosvodů ve městech.

V novější době, kdy síť telegrafních a telefonních drátů ve městech valně zhoustla, se poměr ten ještě zvětšil, neboť kdyby bylo možno pokryt celé město hustou sítí drátů, nabylo by před bleskem ochrany téměř úplné.

Že tomu tak, nasvědčuje nejlépe zpráva pruského ředitelství pošt a telegrafů, na jehož podnět ve všech poštovních úřadech znamenány údery blesků; dle této zprávy má se nebezpečí blesku v městech opatřených hustou sítí k nebezpečí ve městech sítě té postrádajících jako 2 : 9.

Bezold prozkoumal také záznamy bouřek na Preissenbergu a shledal průměrný počet ročních úderů:

Období	Počet úderů
1833—37	35·4
1838—42	30·8
1843—47	34·5
1848—52	34·6
1853—57	59·8
1858—62	61·0
1863—65	79·6

Počet největší: 89 roku 1865.
„ nejmenší: 15 „ 1836.

Kassner, ředitel Saské pojišťovny, zpracoval akta všech pojišťoven středního Německa a shledal, že se v letech 1877—89 počet pojištěných budov zasažených bleskem proti období 1864—76 více než zdvojnásobil; přibyloť jich o 129%, kdežto počet pojištěných budov se zvýšil toliko o 10%. V období 1864—76 zasáhly budovy 3704 blesky, v období následujícím 8569; průměrný počet úderů za bouřný den byl v období prvém 6·3, v druhém 11·3. V letech 1864—76 zapálilo v městech 11% blesků, jež budovy zasáhly, na venkově 22·2%; v období následujícím v městech 9·5%, na venkově 19·4%, — značný tedy úbytek proto, že čím dále tím více přibývá tvrdé krytby budov, neboť z budov tvrdě krytých bývá ze 100 bleskem zasažených zapáleno 15, z budov měkce krytých však 63.

Škodu způsobenou bleskem ročně v Německu páčí Karsten při nejmenším na 6 mill. marek. Holtz vypočetl, že v Německu v letech 1874—77 vyplatily pojišťovny ročně 1·26 mill. marek za požáry vzniklé bleskem, a že blesk poškodí ročně průměrně 188 z 1 millionu budov; dle téhož spisovatele vzrostlo od r. 1854 do 1880 nebezpečí blesku v poměru 1 : 2·75. Bezold stanovil, že z 1 mill. budov v Bavorsku r. 1880 poškodil blesk 97 budov, Gutwasser toto číslo pro Sasko stanovil v období 1864—70 průměrem na 152, Freyberg pak v letech 1879—82 na 271.

Ze všeho, co tu uvedeno, je patrno, že nebezpečí blesku úžasně vzrůstá; předně se zvětšuje počet úderů

připadající na bouřný den, za druhé se vzmáhá roční počet bouřek. Stůjte zde na doklad toliko dvě řady pozorování, a to Adanson-ových (Parc de Balein) a Lancaster-ových (Brussel). Bylť průměrný roční počet bouřek

v letech	1835—44	1845—54	1855—64
v Parc de Baleine	22·3	28	32·5
v Brusselu	12	15·5	16·7

v letech	1865—74	1875—84
v Parc de Baleine	36·1	26·5
v Brusselu	20·7	20·7

Po dobu ještě delší konána pozorování v Mont-Didier-u; průměrný roční počet bouřek byl tu

v letech	1791—1800	1801—10	1811—20	1821—30
	17·4	16·9	14·7	18·2
	1831—40	1841—50	1851—60	1861—69
	20·8	19·8	21·3	22·2

V Edinburgh-u pak:

v letech	1770—1809	1810—1849	1850—1889	1890—1896
	4·5	6·3	9	10

Hlavní příčinou tohoto zjevu jest asi postupné odlesňování země.

Na konec budiž ještě podotknuto, že nebezpečí blesku pro budovy je v krajinách hornatých, kde jsou obydlena hlavně údolí, daleko menší nežli v rovinách. Dle Holtz-e připadá na 1 million budov (v letech 1874—81) průměrně ročně 97 poškození bleskem v hornatém Německu jižním a 227 v plochém Německu severním.

d) Účinky magnetické a elektrické.

Ocelové náčiní, jako jsou vidličky, nože, nůžky, pilníky, jehly a pod., jež bylo zasaženo bleskem,

stává se zhusta trvalým magnetem; naopak blesk často ničí nebo mění magnetismus bussol a multiplikatorů, poblíže kterých sjel k zemi.

Uvedenými už údery blesku, jež stihly loď „New York", stalo se množství ocelových předmětů magnetickým.

Scroresby se přesvědčil, že zmagnetisovány součástky fysikalních přístrojů, mezi jinými i vahadlo chronometru, což mělo za následek, že chronometr při příjezdu do Liverpool-u šel napřed o 33 min. 58 vt.

Arago sděluje případ, jenž se přihodil válečnému loďstvu anglickému na cestě k ostrovu Barbados. U ostrovů Bermudských uhodil hrom do stožáru jedné z těchto lodí, roztříštil jej a potrhal lanoví a plachty. Nato zpozoroval kapitán jiné lodi, že se loď zasažená bleskem vrací zpět. Kompas totiž úderem blesku změnil póly.

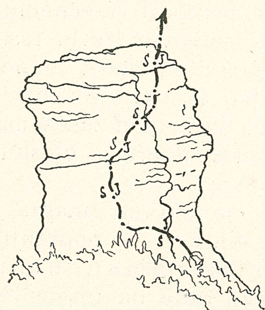
Vlivem elektrického proudu se stávají magnetickými některé nerosty, — ano i cihly — a podržují část magnetismu trvale. Tento t. zv. remanentní magnetismus je závislý v prvé řadě na intensitě magnetického pole.

Pockels dal zhotoviti pravoúhlé rovnoběžnostěny čedičové rozměrů několika *cm*, určil jich remanentní magnetismus působením proudů různé intensity, učinil je opět nemagnetickými a umístil je poblíž hromosvodů budov a věží, do nichž často bije hrom. Hranoly položil ve vzdálenosti 7·4 *cm* od hromosvodu tak, že svodič jeho stál kolmo k nejdelší straně hranolu. Sjel-li blesk po hromosvodu, byly hranoly odstraněny a měřen jich magnetismus. Z pokusů těchto Pockles shledal, že proud vzniklý bleskem ve hromosvodu měl intensitu 10.000—20.000 Ampèrů.

Toepler užil téhož úkazu, aby určil směr proudu blesku. Zkoumáme-li citlivou magnetkou povrch balvanu, do kterého udeřil blesk, shledáme, jak patrno z obr. 21, řadu zřetelných severních a jižních pólů, a z Ampère-ova pravidla stanovíme směr proudu. V našem případě proudila kladná elektřina od země ke mraku; země byla anodou. Stopy tohoto druhu

nazval Toepler kladnými, opačné (země kathodou) zápornými. Mezi 92 případy poznal 59 kladných, 33 záporných.

K tomu však dlužno podotknout, že určení intensity a směru proudu bleskového má cenu jen tehdy, není-li blesk výbojem oscillatorním, to jest jdoucím sem i tam. Je však víc než pravděpodobno, že blesk jest jiskra oscillatorní, takže způsob zde uvedený určuje směr jen poslední oscillace, a čísla Pockelsova udávají toliko rozdíl intensity posledních dvou částečných výbojů.



Obr. 21. Čedičový balvan zmagnetovaný bleskem.

Tak ohromné rozdíly potenciálů, s jakými se shledáváme při bouřkách, musí budit ve všech vodičích rozdíly potenciálů, jež dávají vznik místním proudům a jiskrám na místech, kde je vodič přerušen, a účinek jich musí být největší v okamžiku, kdy bleskem nastane vyrovnání rozdílů. Takto lze snad vysvětlit úkazy zaručené nestrannými pozorovately.

Tak pozoroval Schönbein, chemik proslulý objevem ozonu, že současně s bleskem, jenž udeřil v Basileji do kaple, vznikl v jeho bytě vzdáleném od kaple několik set kroků zápach, jenž pozorován i ve světnicích, jichž okna byla zavřena; zápach byl znatelný ještě po osmi hodinách. Jelikož vznikl s úderem blesku a byl-li původu elektrického, nutno připustit, že v domě nastaly indukované místní výboje, jelikož je nemožno, aby se zápach od kaple byl dostal až do Schänbeinova bytu.

Professor Courtoy sděluje, že 8. dubna 1890 udeřil blesk do radnice v Louvain-u. V sousedství radnice pozorovány výboje na drátech zvonků a telefonu

a v domě vzdáleném od radnice přes 100 *m* přeskočila jiskra mezi plynovodem a traversou.

Od uvedených úkazů se v podstatě neliší t. zv. zpáteční rána (Rückschlag, choc en retour). Rozšíří-li se nad zemí mrak vysokého potenciálu, nastává také na zemi značná změna potenciálu. Zmizí-li pozvolna napjetí mraku, zmizí také v zemi beze značných účinků; nastane-li však taková změna náhle, na př. bleskem mezi dvěma mraky neb mezi mrakem a isolovaným vodičem, pak se i povrch zemský se vším, co je na něm, vrátí náhle do původního stavu, čímž vznikají účinky podobné účinkům blesku, jež pozorovány častěji na celých stádech, spřeženích koní, shlucích lidí, kteří sraženi k zemi ano i usmrceni, aniž na horních částech těla nalezeny stopy po blesku; za to shledány často rány na nohách, zkřivené a natavené hřebíky v obuvi atd.

Uvedem některé doklady.

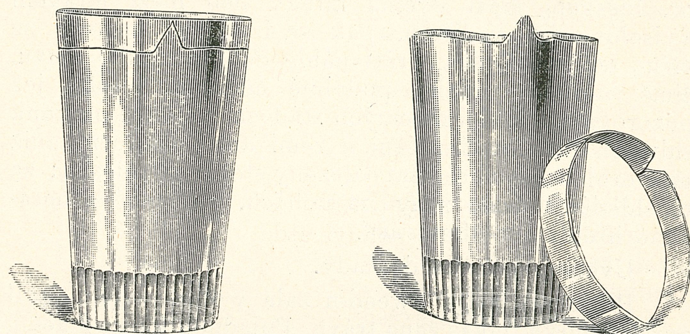
Při břehu řeky Tweed-u žala v době, kdy v okolí zuřila bouřka, jakás žena trávu. Pojednou klesla k zemi. Svolala lidi z okolních polí, jimž sdělila, že dostala do nohou silnou ránu aniž ví odkud. Ovčák dvoru Lenell-Hill-ova uviděl klesnouti k zemi ovci, jež se před chvíli zdála ještě úplně zdravá. Pastor Bell pak vykládal, že touže dobou byl na zahradě a ucítil zřetelný otřes půdy. V okamžiku, kdy se vše to událo, ani se nezablýsklo, ani nezahřmělo.

Pan N. mi sdělil toto: „Když jsem r. 1888 podučiteloval v T., vyvedl jsem jednoho dne za bouřky žáky před budovu a postavil se poblíž odkapní roury. V tom po ní sjel blesk, já omráčen se skácel k zemi a podobně několik žáků stojících u mne. Moje ruka pozdvižená k pozdravu zůstala přes $1/2$ hod. zmrtvělá, a asi $1/2$ hod. jsem zůstal bez vědomí. Bolesti nijaké jsem necítil; pouze jakás okamžitá tiseň mi ulehla na prsa. Byla by to as nejlehčí smrt. Podotýkám, že jsem bleskem zasažen nebyl; bylť jsem od odkapní roury vzdálen asi 2 *m*. Žáci stojící 4—5 *m* ode mne zůstali netknuti“.

e) Účinky mechanické.

Mechanické účinky blesku jsou někdy nepatrné — blesk provrtá někdy vodiče i isolatory, jakoby otvory byly způsobeny jehlou — jindy zkroutí a rozráží kovové tyče a prorazí a rozmetá zdi jako dynamit.

V Kojetíně udeřil blesk do domku a přeskočil k oknu; sklo vypadalo, jakoby propíchal jehlou.



Obr. 22 a 23. Sklenice poškozena bleskem.

Blesk udeřil do domu a zasáhl mimo jiné i sklenici z broušeného skla. Sklenice zůstala skoro neporušena, a jen na hořejším jejím okraji způsobil blesk trhlinu kol do kola; odtržená část však zůstala nehnutě na svém místě aniž spadla dolů. (Obr. 22 a 23.)

R. 1809 udeřil hrom do zámku Seefeldského v Bavořích a tyč hromosvodu vztýčenou na střeše odhodil na 200 kroků. Jedna část blesku šla svodičem podél střechy a roztrhala jej na kusy, druhá vnikla do věže, třetí pak šla po svodiči přímo k zemi Svodičem byl silný mosazný provaz. Tento roztrhán na nesčetné kusy, jež z části rozházeny do vzdálenosti až 600 kroků, částečně pokryty vápenatou hmotou Tato směs kovu a vápna byla rozmetena takovou silou, že ještě r. 1824 bylo lze nalézti stopy ve zdech.

K jednomu domu ve Swinton-u poblíž Manchester-u byla přistavena malá budova z cihel, v níž

byla studna. Zdi byly široké 0 9 *m*, vysoké 3·3 *m*, a základy 0·3 *m* hluboké. Dne 6. srpna 1809 ve 2 hod. odpol. v dáli několikrát zahřmělo; zdála se blížit bouřka. Pojednou slyšán hrozný hrom, bezprostředně nato se spustily pravé potoky deště a v okolí domu pocítěn zápach po síře. Bleskem vytržena vnější zeď budovy i se studnou ze základů, a v celku aniž se převrhla odstrčena tak, že jeden konec se pošinul o 2 7 *m*, druhý o 1·2 m; váha její byla alespoň asi 26.000 *kg*.

Meteorologové konající službu na Sonnblicku sdělují, že se celá budova otřásá, kdykoliv uhodí blesk do hromosvodu; totéž pozorováno na věži Eiffelově — „celá věž se několik vteřin chvěje jako ladička“.

Veliké bývají také spousty způsobené na telegrafech. Roku 1884 způsobil blesk v Německu celkem 3000 poškození telegrafních vedení. Ve 267 případech poškodil vnitřní zařízení, tyčí zničil úplně 435 a více méně jich poškodil 923, rozbil 300 isolatorů a 29krát potrhal dráty; co se týče vnitřního zařízení, poškodil více méně stroje, roztavil spojovací dráty, zničil magnetismus jehel a poškodil 888 telegrafních hromosvodů.

Za hrozné bouřky, jež zuřila v noci z 11. na 12. července 1893 v Kroměříži, udeřil blesk u cukrovaru do telegrafní tyče; vrchní část její rozbil na samé třísky, jež rozmetal do vzdálenosti nejméně 10 *m*, takže isolatory s neporušenými dráty visely vedle tyče. Asi dvě třetiny tyče zůstaly stát; hořejší část její se skládala z velikého počtu tenkých třísek, takže se z daleka podobala veliké metle. Že blesk udeřil do této tyče, soudím z toho, že ač bylo dřevo úplně zdravé, utrpěla největší škody. Tyč tato vyčnívala nad okolní; stálať na nejvyšším místě cesty vedoucí přes trať. Odtud šel blesk toliko dvěma dráty ke Kojetínu i ke Kroměříži. Směrem ke Kojetínu zanechal stopy ještě na šesti tyčích; přeskočilť od zmíněných drátů přes isolatory, rozdrobil značnou část tyče u isolatorů ve třísky, takže jimi byly isolatory jako obetkány pavučinou, dále vyrazil podél celé tyče třísku širokou as 5 *cm*, kterou v pravém slova smyslu rozprášil. Jedna

tyč, uvnitř poněkud nahnilá, roztržena po celé délce v několik částí. Podobné stopy zanechal blesk směrem ke Kroměříži na čtyřech tyčích; od poslední přešel drátem k železnému staničnímu signalu.

Účinky blesku na stromy bývají často svědectvím ohromné jeho energie.

Tak za prudké bouřky v letě 1897 udeřil blesk nedaleko Nitkovic do dubu, srazil mu korunu, vyvrátil a odhodil kmen; koruna pak dopadla do otvoru vzniklého vyvrácením stromu. Jaká to musila být síla, jež vyvrátila a odklidila silný dubový kmen v době tak krátké, že padající koruna oň už ani nezavadila!

Muncke vypravuje o dubu zasaženém bleskem: „Dub byl při zemi průměru asi 1 *m*. Koruna tvořená třemi větvemi svírajícími téměř stejné úhly byla bleskem sražena tak, že zmíněné větve spadly téměř svisle, jakoby byly velmi tupou sekerou useknuty jedním rázem. Kůra větví byla neporušená. Kmen dubu téměř zmizel a po kůře na zbytcích nezůstalo ani stopy; bylať rozdrobena v malé kousky a rozmetena daleko široko. Kmen byl roztrhán v množství kusů různé velikosti, jež byly daleko rozházeny; některé byly rozloženy ve vlákna, leč po spáleninách nikde stopy.“

Prof. Müller mi sdělil, že v srpnu 1892 udeřil blesk poblíž Mondsee do silné jedle asi ve čtvrtině výšky od vrcholu a vyrazil z ní po celé délce třísku silnou jako mužské rameno; ostatní část stromu úplně roztříštil a částky rozmetal tak, že nalezeny i na korunách okolních stromů.

Při zmíněné už bouřce v noci z 11. na 12. července 1893 udeřil blesk v Kroměříži v podzámecké zahradě do jívy, jež stála v těsné skupině se třemi jinými. Strom zasažený bleskem nebyl z nich nejvyšší a byl zasažen ve dvou třetinách své výšky. Blesk se bral patrně dvěma cestami.

Jedna část blesku zvolivší si cestu téměř osou mohutného stromu — průměr jeho u země obnášel přes 1 *m* — rozštípla jej po celé délce; středový úhel menší výseče činil asi 140°. Dřevo bylo zcela zdravé; po spáleninách nikde stopy. Mezi oběma částmi stromu

vznikla štěrbina, do níž bylo možno pohodlně vložit malíček. Druhá část blesku šla mezi korou a pněm a oloupala koru v délce asi 10 *m* nejméně do třetiny obvodu; asi $1^1/_2$ *m* od země se opět rozdělila ve dvě části, jež širokými ryhami v koře sjely k zemi nezanechavše patrných otvorů. Kůra roztrhána na kusy veliké 1 *cm*



Obr. 24. Dub roztříštěný bleskem.

až 3 *dm*; při zemi odtržen kus kůry dlouhý $1^1/_2$ *m* a široký $^1/_2$ *m*. Kousky kůry, třísky různě veliké, ano i dřevěná vlákna rozmetena vůkol do vzdálenosti nejméně 10 *m*.

Blesk si také ve stromech volí vždy dráhu nejmenšího odporu, tedy částkami nejšťavnatějšími; zhusta nalézá v míze mezi korou a pněm dráhu tak vodivou, že do dřeva ani nevnikne. Okamžitým odpařením šťáv lze snadno vysvětlit roztrhání kůry a dřeva.

Že také elektrickou jiskrou našich hustičů lze dosíci značných účinků mechanických, dokázal Van Marum pomocí Leydenské batterie Teylerova ústavu haarlemského. Pomocí této batterie o 135 lahvích, jež má 24 m^2 účinné plochy, roztříštil rovnostranný váleček z tvrdého dřeva dlouhý 108 *mm*.

Čím vyšší a mladší, tedy čím šťavnatější je strom, tím snáze bývá zasažen bleskem. Poranění stromů bývá nejčastěji tvaru vlnitého nebo spirálního. Mnozí, jako Gehler a Canestrini, se proto domnívali, že blesk sám má tentýž tvar, což jest mylné. Správné jest asi vysvětlení, jež podává Baumgartner, že se totiž blesk bere směrem vláken nalézaje tu menší odpor než jinde; že však vlákna během času nabývají tvar závitnice, vysvítá z mnohých případů pozorovaných Braunem. Často vnikne blesk do stromu několika větvemi současně; tak ryha, kterou způsobil blesk na dubu více než stoletém, byla u každé bleskem zničené větve zesílena.

Thury zkoumal stromy poškozené bleskem pomocí drobnohledu, avšak nenalezl v jich vláknech žádných usazenin.

Jonescu poznal ze mnoha pokusů, že elektřina proráží dubové dřevo šestkrát snáze než bukové, dle domnění jeho proto, že bukové obsahuje mnoho tuku, oleje, jenž je výborný isolator. Jonescu dále poznal, že dřevo obsahující mnoho tuku je špatný, dřevo obsahující mnoho škrobu dobrý vodič elektřiny, a dělí proto stromy na několik druhů: Na takové, jež zůstávají olejnatými po celý rok (buk, ořech), takové, jež v letě

svého tuku pozbývají (jedle, borovice) a na takové, jež obsahují množství škrobu (topol). Jonescu soudí ze svých pokusů a statistických údajů, že před bleskem sice není naprosto jist žádný strom, avšak že stromy olejem bohaté i v letě (buky, ořech) bývají bleskem zasaženy jen zřídka, stromy pak v letě olejem chudé (borovice, dub, jedle), jakož i stromy se suchými větvemi (málo oleje, mnoho škrobu) a stromy bohaté škrobem (topol) často. Dokázánoť statisticky, že v okolí Moskvy připadají z 597 úderů blesku do stromů na topoly 302 údery.

Statistika úsudkům těmto nasvědčuje. Dle 6letých záznamů Janescu-ových připadají na jeden bleskem zasažený buk 4 jedle, 50 dubů a 22 borovic, dle jiného pramene na 1 buk 34 dubů, 12 jiných listnatých stromů, 12 jehličnatých. Dle jiného 5letého pozorování (1880—84) zasaženo 85 dubů, 34 jedle, buk žádný. Dle Müllerovy zprávy opírající se o 11leté pozorování zasažen bleskem v lesích knížectví Lippe dub 56krát, borovice 3—4krát, jedle 20krát, kdežto buk nezasažen bleskem ani jeden, ač 70% lesů je bukových.

Jedno německé přísloví o bouřce praví: „Vor den Eichen sollst du weichen; nur die Buchen sollst du suchen!“ (Dubům se vyhýbej; vyhledávej buky.)

Ač ze statistických údajů vychází nezvratně na jevo, že nebezpečí blesku pro buk je nejmenší, pro dub největší, nelze údajům těm přikládat té váhy, jak se obyčejně činí. Nestačíť patrně udat, že na př. na Moravě zasáhne blesk ročně x buků, y dubů atd., nýbrž nutno také udat, kolik % všeho stromoví připadá na buky, duby atd. Dále by bylo žádoucno udat pokaždé, na jaké půdě stál zasažený strom, zda na vlhké či suché a zda v půdě kamenité či ve hluboké ornici, jelikož v posledním případě jeho kořeny sahají do značné hloubky, snad až do vrstev vždy vlhkých. Nutno také z počtu všech zasažených stromů vyjmouti stromy osamělé a převyšující daleko vůkolní předměty, nutno znamenat také jiné okolnosti, na př. byl-li zasažený dub nižší než vůkolní buky atd. Bude-li sta-

tistika dbáti všech zde uvedených bodů, pak teprv bude možno přesně stanovit poměrné nebezpečí blesku pro různé druhy stromů.



Obr. 25. Americký lovec, jemuž blesk rozedral oděv.

Zpjímavé případy mechanických účinků blesků předvádějí nám obrázky č. 22, 23, 24, 25 a 26.

f) Účinky fysiologické.

Osoby zasažené bleskem zůstávají někdy neporušené a neucítí bolest, jindy toliko bolesti slabé.

Dvě dámy klidně pletou a blesk jim vyrazí jehlice aniž jim ublíží. Jezdci vyrazí blesk z ruky bičík, pijícímu pohár, odhodí jej daleko na dvůr, a žádný z nich nebyl poraněn.

V jedné vesnici departementu Aube ve Francii — píše Flammarion — stál hostinský na prahu a pozoroval bouřku. Blesk sjel a odhodil jej daleko do světnice. Nějakou chvíli zůstal hostinský ležet bez vědomí a po celý den pak jen nesnadno rozeznával předměty ve světnici, avšak úderem blesku byl vyléčen z prudkých rheumatických bolestí v nohou, kterými býval dříve často soužen.

Většinou však po úderu blesku nastává okamžitě smrt. V červnu 1844 utekli se za bouřky u Vitry-le-François čtyři muži pod stromy, tři hledali ochranu

pod topolem, čtvrtý pod vrbou. Tento byl zasažen bleskem. Malý plamen vyšlehl z jeho šatu, on však stál dále pod vrbou, jakoby nic nepozoroval. Soudruzi



Obr. 26. Obuv rozbitá bleskem.

jeho volali: „Hoříš! Nevidíš, že hoříš!?“ Neodpovídal; byl mrtev.

Známý je případ, kdy osoba při večeři zasažena bleskem sousto v ústech už nepolkla.

Často vznikají bleskem obrny, jež se z pravidla vyhojí samy a sice v čase několika hodin, zřídka několika dnů. Často usmrcuje blesk okamžitě, zvlášť zasáhl-li hlavu neb míchu. Případy, kdy smrt nastává teprve za delší dobu, jsou řídké; nejdelší doposud pozorovaná doba, dle Bugge-a, jež uplynula mezi

úderem blesku a smrtí, je 33 dní. Jsou však také známé případy, že osoba zasažená bleskem do lebky zůstala na živu. Někdy trvá omráčení dobu dosti dlouhou, načež pomine samo aniž zanechá škodlivých následků.

„V Nitranských Žabokrekoch uderil 14. červua 1893 hrom do istého nádenníka, ktorý klesol k zemi a viac sa ani nepohnul. Odnesli ho domov a položili na dosku. Na pohrab prišli jeho pribuzní, ale ako chceli ho dávať do rakve, poobzeral sa, vstal a vypil kališek koralky. Teraz má sa zase dobre.“

Někdy slezou s celého těla vlasy ano i nehty, jak se stalo kapitanu Rihonet-ovi, jenž byl bleskem na hlavě dosti povážlivě zraněn.

Ojedinělý jest asi případ následující: R. 1831 udeřil blesk ve Strassburce do telegrafního zřízence; krk, ramena a nohy jeho byly ochromeny a levá část těla zůstala ztuhlá do příštího rána. Člověk ten býval před tím vždy dosti zdráv. Když se však po úderu blesku vyhojil, ujišťoval, že je zdravější než kdy před tím; též mu znamenitě přibylo váhy.

Nezřídka bývá bleskem porušen zrak aneb sluch, někdy se dostavuje veliké rozčilení ano i delirium, neméně často porušení citlivosti, bezcitnost. Osoby zasažené bleskem pozbývají zpravidla, byť i jen na okamžik, smyslů; blesk nevidí a hrom neslyší. Mně není znám ani jediný případ, že by se člověk těžce raněný bleskem nabyv vědomí mohl upamatovat na blesk nebo hrom; avšak i lehce ranění jen zřídka kdy viděli blesk. Ještě řidčeji se stává, že uslyšeli hrom, a tvrdí-li to přec některý, přidává zpravidla „aspoň myslím“.

Ve Vratislavi udeřil blesk do strážní budky, v níž stál vojín. Zůstal neporušen, vystoupil z budky, jednou rukou však držel pušku v budce. V tom udeřil blesk po druhé, vojín prý sice slyšel hrom, avšak nemohl se ostatně na nic upamatovat; byl sražen k zemi a zůstal delší dobu churav. Blesk udeřil do budky, přeskočil k pušce, z níž vyšla rána, a sjel mimo budku k zemi.

Jestliže lidé zasažení bleskem téměř nikdy blesk nevidí ani hrom neslyší, ač zajisté dotyčné nervy byly podrážděny, patrno z toho, že pozbyli vědomí dříve než vznikl pocit odpovídající tomuto podráždění.

Charcot léčil muže, jejž 7. května 1889 stihl kulový blesk. Pacient mu vyprávěl: „Bral jsem se pěšky po silnici, jež vede z Noisy-le-Sec do Paříže; bylo to mezi 3.—4. hod. odpoledne. Nebe bylo černé a chvíli již hřmělo. Z počátku jsem si toho nevšímal. Tu však náhle zahřmělo silněji a daleko blíž než dřív. Pojal mne strach, ani nevím proč. Napadlo mi, že by mě mohl snadno zasáhnouti blesk. Zrychlil jsem krok, začalo také pršet. Ušel jsem asi 300—400 kroků, když tu hrom mocně zarachotil podruhé; viděl jsem blesk a zároveň jsem slyšel hřmění — myslím aspoň, neboť nemám v té věci určité vzpomínky. Právě v okamžiku, kdy jsem uslyšel hrom nad hlavou, spatřil jsem na levo a poněkud za sebou ve vzdálenosti 2—3 *m* skvoucí ohnivou kouli, která vířila. Měla rozměry a podobu soudku od piva, asi 50 *cm* délky; takový aspoň na mne činila dojem. Z ohnivé koule třikrát prsklo a vystoupily z ní směrem ke mně tři obláčky šedivého dýmu zapáchajícího ostře a dusivě a svírajícího v hrdle. Podobaly se kotoučům páry, jež vystupují z lokomotivy, když se rozjíždí; zápach upomínal na síru neb hořící prach. To vše se muselo dít ráz na ráz, neboť sotvaže se v levo objevila ohnivá koule, již zasáhla mé levé lýtko; byl jsem poražen k zemi a hned nato jsem pozbyl vědomí.“ Když zasažený procitl a pokoušel se dvakrát si sednout, nemohl. Po třetí se mu to ztěži podařilo, načež se rozhlížel na vše strany, počal se chvět a plakat — a byl to vysloužilý vojín, jenž prodělal válku v Mexiku a v roce 1870. Pamatoval se na vše, co se přihodilo, avšak vždy dodával „ale nemohu to určitě tvrdit“. Nohy se mu zdály velice těžké, zvláště levá, v níž pozbyl citu tak, že ani nevěděl, dotýká-li se země či ne. Později podléhal často nervovým záchvatům, počal se chvět a plakat. Známky na těle blesková koule nezanechala.

Ostatně působí výbuchy bleskových koulí často

zhoubně do značných vzdáleností. Tak při bouřce 21. září 1881 ve Velletri praskla blesková koule na dlažbě před domem, v němž dlelo několik osob. Ve druhém poschodí domu toho zasažen člověk do šíje a zůstal delší dobu omráčen.

Prof. Galli pak sděluje případ z r. 1875. kdy výbuchem bleskové koule strženy k zemi osoby vzdálené 200—300 *m*.

Často jsou bleskem způsobeny popáleniny, a šaty a vlasy neb jen vlasy na celém těle sežehnuty.

Hoffmann sděluje případ, kde na krku mrtvoly muže usmrceného bleskem nalezeny pruhy (sugillace), jež se zcela podobaly stopám, jaké zanechává uškrcení, a za levým uchem malý otvor, kolem něhož byl sežehnut vlas; rána se zcela podobala ráně způsobené výstřelem z blízka.

Někdy vzniknou veliké široké pruhy probíhající po celých částech těla, z nichž odbočují často jemnější rozvětvené paprsky; zajímavé tyto úkazy jsou známy pode jmenem „bleskových obrazců.“ Jich barva je světločervená, někdy až červenohnědá; nezřídka vyčnívají mírně nad okolí.*) Dle většiny autorů značí dráhu, kudy se elektřina brala na povrchu těla. Nasvědčuje tomu zajisté podoba obrazců těch s obrazci Lichtenbergovými, ještě více však s obrazy Rosettiovými. Delší dobu se mělo za to, že sledují rozvětvení cev, což vyvrátil Rindfleisch. Dle Hoffmanna jsou to popáleniny nejlehčího druhu.

Zajímavý případ toho druhu popisuje W. Stricker. Blesk udeřil při Grubenské bráně ve Frankfurtě nad Odrou do čtyř vojínů sedících na lavici před branou; dva z nich utrpěli zvláštní poranění.

Jednomu spáleny nad krkem vlasy a na kůži naskočily puchýře. Od tohoto místa (obr. 27) vycházel silný červený pruh, od něhož se oddělovalo mnoho paprsků. Pruh byl utvořen vystouplou krví a táhl se podél páteře až ke kříži, kde se ohnul dolů na levo, načež vystoupil opět poněkud v pravo vzhůru. Z tohoto

*) Viz: Reinsberg, Nauka o soudním lékařství.

pruhu vybíhalo několik pruhů pobočných. Dále se táhl podobný, avšak velmi jemný krví podběhlý pruh ze středu pravého lýtka až k patě, a uprostřed levého lýtka se utvořila hvězda téže povahy jako pruhy. Také punčochy byly na lýtkách podél pruhů sežehnuty.

U druhého vojína nalezen na horním stehně v předu útvar stejné povahy podobný obrazu slunce s elliptickým středem, z něhož všemi směry vybíhaly paprskovité pruhy, jež samy byly opět rozvětveny, tedy zcela jako kladný Lichtenbergův obrazec. Podél pravého lýtka se táhl podobný rozvětvený pruh; v těchže místech byla také spálena punčocha.

První z obou poraněných patrně seděl s roztaženýma nohama, pročež stehna zůstala neporušena; blesk prošel k zemi pravou patou, kterou poranil. Druhý měl pravou nohu přeloženu přes levou; proto poraněno pravé stehno. Z kotníku pravé nohy pak blesk přeskočil k zemi. Vojíni těžce ranění nevěděli nic o úderu blesku. Jeden z lehce raněných vyprávěl, že si byl vědom, že klesá zasažen bleskem; měl prý při tom pocit, jakoby byl trhán na kusy. Jinému bylo, jakoby ho byl někdo udeřil do vazu; pamatoval se ještě, jak klesal jeho soused na smrt bledý.

R. 1886 na Karlově usmrcen bleskem vojín stojící na hradbách stráží. Kol jeho strážní budky se nalézala řada kolen opatřených hromosvody, a budka stála na vyvýšeném náspu skoro v téže výši, jako hroty hromosvodů na kolnách. Vojín byl zasažen do čela. Od rány na čele vybíhal as 2—3 *cm* široký hnědý pruh, místy zaschlý, po pravé horní polovině obličeje, po pravé ruce až ku hrotům prstů a po pravé polovici hrudníku. Na pravém předloktí shledán puchýř velikosti tolaru. Při usmrcení elektřinou uměle vyvozenou shledávají se na místech kontaktů podobné pruhy, jež bývají někdy ryhovitě vtlačeny.

Dne 13. června 1892 ke 4. hod. odpolední udeřil blesk do olše u Janderovského mlýna u Chrudimi, a hned nato do domku č. 2 ve Tresích. Blesk udeřiv do korouhvičky sjel oknem do světnice a zasáhl na hrdle majitele sedícího u stolu, sjel po prsou dolů

a rozdělil se na dva proudy, z nichž jeden středem a druhý po levé straně prsou zanechaly zřetelné tmavé obrazce dvou stromů, jak konstatoval lékař při křišení omráčeného.

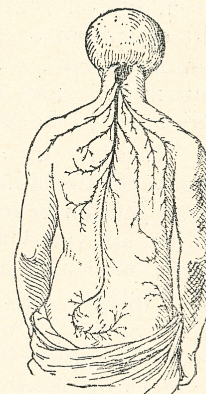
Dr. Elis Wingard, lékař v Göteborg-u, píše dle zprávy meteorologa Hildebranda Hildebrandsona: „Dne 21. června byl jsem povolán k pí. Eriksonové v Porpu, poněvadž byla zasažena bleskem. Neštěstí přihodilo se v $6^1/_4$ hod. večer; já dojel v $8^1/_2$ hod. Zmíněná žena byla v kuchyni chtějíc vařit kávu. Blesk sjel komínem a zasáhl ji tak, že klesla bez vědomí. Byla odnešena do sousední světnice, kde se brzy zotavila. Prozkoumav stav ženy přesvědčil jsem se, že už zcela nabyla vědomí a že volně vládne všemi údy. Naříkala toliko na velikou citlivost v celém těle a na značnou únavu. Od posledního krčního obratle byla mezi rameny kůže v přesně omezeném kruhu zbarvena tmavofialově. Zbarvené místo bylo asi 15 *cm* dlouhé a počínalo stopkou 5 *cm* dlouhou a $^1/_2$ *cm* širokou, jež se dole pojednou rozšířila v trojhranný obrazec obrácený vrcholem dolů. Horní základna trojúhelníka, z jejíhož středu stopka vycházela, byla dlouhá 5—6 *cm*. Uvnitř trojúhelníka byl obrazec, jenž vznikl opětným trojdílným rozvětvením prodloužené stopky, takže celek vypadal dosti pravidelně a byl podoben listu kapradě hasivky orličí (Pteris aquilina). Třetí podobný — ač méně zřetelný — list nalezl jsem na pravé straně břišní; byl též obrácen vrcholem dolů. Obrazce vznikly vesměs pod šatem, jenž zůstal zcela neporušen. Dne 30. června nebylo po těchto obrazcích už stopy."

Meteorologická observatoř v Upsale má už několik roků fotografii takového „kapradí", jež se velmi přesně vykreslilo na rameně hocha zasaženého bleskem.

Budiž ještě podotknuto, že v novinářských zprávách často čteme o „fotografiích stromů stojících na blízku", jež prý se vytvořily bleskem na těle zasažené osoby, ano mluví se při tom i o „paprscích Röntgenových"; pověru tu vyvracet pokládám za zbytečno. Obrazce tyto nám udávají dráhu, kudy se brala

elektřina na povrchu nebo bezprostředně pod povrchem těla.

Blesk působí často rány tržné, nejhustěji v místech, kde do těla vstoupil, neb je opustil. Na mrtvole vojína zabitého bleskem na Karlově nalezena na čele nepravidelná tržná, hvězdicová, dvojlaločná rána s kraji pohmožděnými, podlitými krví; na první pohled vypadala jako rána střelná učiněná z bezprostřední blízkosti zbraní o veliké síle propulsivní.



Obr. 27. Bleskový obrazec na zádech člověka.

Brandes sděluje případ, kdy děvče zasažené bleskem kleslo k zemi bez vykřiku ani sebou nepohnuvši. Blesk ji zasáhl do spánku; zde byla malá krví podběhlá skvrna s malým otvorem, na prsou světlý kruh kolkolem paprskovitě rozšířený a rozvětvený a veliký jako zlatník. Vlasy byly sežehnuty, šat po celé délce roztržen, místy sežehnut, dřevěný podpatek jednoho střevíce roztříštěn.

Někdy zanechá blesk malé nepravidelné oděrky velikosti máku až čočky, obyčejně mnohonásobné, seskupené na malé ploše, a nápadně podobné otvorům, jaké činí elektrická jiskra do lepenky.

Heusner vypravuje o úderu blesku do závodiště v Barmen ohraženého plachtami, v němž se skrylo mnoho osob, z nichž bylo raněno 16, zabity 4. Raněné osoby se v době několika minut až 1 hodiny zotavily; utržily si však většinou značnější poranění, buď spáleniny nebo bleskové obrazce, nebo větší menší počet malinkých otvorů hlavně na šlapadlech, jimž odpovídal stejný počet otvorů v obuvi. U jedné paní napočetl Heusner na patách 20 takovýchto šedobílých skvrn s provrtanou pokožkou; dirky měly opálené kraje. Podobné otvory shledány v punčoše i obuvi.

Snad právě těmto otvorům mají poranění děkovati za své zachránění; blesk patrně pronikl dovnitř těla, kde nalezl dost vodivých látek a rozložil se v tolik slabých proudů, kolik zanechal v nohou otvorů.

Velmi vzácné je poškození větších částí těla bleskem, na př. kostí. V letě 1897 udeřil na Slovensku blesk do vrby, pod níž byli schováni čtyři lidé jdoucí ze Sv. Martina. Jednoho zasáhl blesk na lebce a vyšel botou, kterou rozpáral; ten zůstal mrtev. Druhého zasáhl do prsou a omráčil; přišel v několika hodinách opět k vědomí, avšak bolesti v prsou neminuly. Třetímu zlomil ruku a čtvrtý zůstal neporušen. Lidé ti měli s sebou kosu, kterou zavěsili na vrbě.

Taylor uvádí jedno poranění lebky. Oesterln sebrav 80 případů smrti bleskem shledal, že nastalo pouze jednou rozdrcení mozkové polokoule a jednou trhlina střevní. Otřesení mozku jako následek úderu blesku není neznámé.

Vnitřní nález pitevní bývá většinou záporný. Dosti častý je nález připomínající smrt udušením, hlavně překrvením plic; nález takový učiněn také u vojína na Karlově. —

Čím tedy usmrcuje blesk?

John Hunter praví, že blesk způsobí „úplné a okamžité rozrušení životní síly.“ Brodie dí, že smrt je následkem účinku blesku na hlavu. Edwards praví, že smrt nastává zničením soustavy nervové. Jiní tvrdí, že smrt nastává okamžitým zastavením činnosti srdeční. Ještě jiní poukazujíce na výsledky pitevní tvrdí, že smrt nastává udušením.

D'Arsonval ve spise předloženém francouzské akademii dokazuje, že nutno rozeznávati dvě zcela různé příčiny smrti elektřinou:

1. Poškození tkaniv, mechanický neb elektrolytický to účinek blesku.

2. Otřesy nervových ústředí, jichž následkem je zastavení dechu a hluboká mdloba bez vnějšího poškození.

V prvém případě je smrt neodvratná, ve případě druhém lze omráčenou osobu přivést opět k životu zavedením umělého dýchání.

Osoby zasažené bleskem třeba tedy křísit jako utopence. Laborde, ředitel fysiologického ústavu pařížské university, doporučuje v nedostatku jiných prostředků zachytit jazyk kapesníkem a rhytmicky jej vytahovat, čímž se přivodí opětné dýchání.

Že také elektřina našich elektrických přístrojů může okamžitě přivoditi smrt, je známo s dostatek. Z velikého výběru stůjte zde některé příklady.

R. 1879 usmrcen inženýr, jenž byl zaměstnán installací přístrojů pro osvětlení krajinské výstavy Terstské; chtělť od sebe odděliti dva dráty, jež se dotýkaly.

Friedinger vypravuje o muži, jenž byl nalezen mrtev s rukou položenou na dráty, jimiž procházel střídavý proud 8000 Voltů.

R. 1882 usmrcen muž, jenž se dotekl neisolovaných drátů elektrického osvětlení vedených podél zdi v zámku lorda Salisbury-a v Hatfield House.

Téhož roku usmrceni dva mladíci, kteří se chtěli dostat do zahrad v Tuilleriích, v nichž se při záři elektrických světel odbývala jakási slavnost. Přelézajíce zeď zapletli se do drátů, jimiž od dynama veden proud k lampám, a zůstali okamžitě mrtvi.

R. 1881 padl muž s mokrými šaty na dráty dynama o 16 koních, jímž napájeno 117 žárovek, a zůstal okamžitě mrtev. Na těle nebylo vidět žádné stopy.

V květnu 1894 zasažen v Saint Denis dělník zaměstnaný kladením telefonních drátů proudem 4500 Voltů a $^3/_4$ Ampérů, jenž krátkým obloukem prošel od pravé ruky k zadní části těla. Dělník zůstal zdánlivě mrtev. Přivolaný lékař se dostavil za tři čtvrti hodiny a zavedl umělé dýchání, čímž jej za krátko vzkřísil a za několik dní úplně uzdravil.

Zajímavé jsou také následující pokusy. Úhoř, jak známo, byl-li zabit uříznutím hlavy, pohybuje se ještě za několik hodin, píchnem li jej jehlou. Van Marun

zabil pomocí popsané již batterie úhoře 150 *mm* dlouhého ranou vedenou celým tělem. Ryba byla okamžitě mrtva a pozbyla úplně citlivosti. Byla-li rána vedena jen jedinou částí těla, nastala také smrt, avšak citlivost zmizela jen v této části.

Richardson provedl podobné pokusy pomocí ohromného induktoria.*) Dle toho, jakým směrem se dál výboj, bylo zvíře buď popáleno, těžce raněno neb okamžitě usmrceno.

Nejrozsáhlejší jsou zkoušky D'Arsonval-ovy. Z pokusů jeho vysvítá, že při elektřině statické je třeba proudu značně silného, který musí zasáhnouti přímo prodlouženou míchu, aby nastala smrt.

Silné proudy stejnosměrné, byť i vysokého napjetí (až 400 Volt), usmrcují pouze při náhlém přerušení. Daleko nebezpečnější jsou proudy střídavé, jelikož při každém přerušení vznikají samoindukcí proudy podružné. Za to proudy Teslovy, ač střídavé a ohromného napjetí, nejeví téměř žádných účinků fysiologických; střídání jejich je tak rychlé, že vůbec do těla nevnikají, čehož nejlepším důkazem, že pro ně Ohmův zákon neplatí.

Dle Blackwood-a snese člověk proud až 300 Voltů aniž nastane vážnější porušení; záleží však vždy na tom, kterým organem proud v největší síle prošel. Tak výboj, který stihne mozek a míchu, jest účinnější, než stihne-li dolní končetiny; průchod proudu ústroji břišními je nebezpečnější než organy hrudními. Drže v ruce kliku rheostatu, jímž se ve fys. kabinetě reguluje proud odebíraný z městské sítě, dotekl jsem se náhodou přívodné svorky, a výboj prošel mou hrudí; ucítil jsem škubnutí v rukou a bolest na prsou, jež zmizela po 6 hodinách. Napjetí bylo 225 Voltů.

Proud síly 600 Voltů vstupující v šíjovou krajinu a vystupující nadbřiškem usmrcuje okamžitě.

*) Váha stroje 762 *kg*, délka drátu cívky primérní 4·2 *km*, cívky sekundérní 250 *km*; k němu batterie 41 článků Bunsenových.

Pokusy americké kommisse činěnými za příčinou elektrické popravy zjištěno, že proud 160 Voltů stačí na usmrcení psa prostřední velikosti; pro usmrcení člověka že však je třeba proudu napjetí nejméně 1000—1500 Voltů.

Počet osob ročně zabitých bleskem je velmi značný. Tak usmrtil blesk ve Francii v době 1835 až 1865 dle Boudin-a 2431 lidí, tedy 78·4 ročně; v době 1854—1884 pak 3151 osob*) a sice 2222 mužů a 929 žen, tedy průměrně 101·6 ročně.

V Anglii dle Taylor-a (lidé zasažení pod stromy nečítáni) v letech 1853—1865 usmrceno bleskem 242 osob, a sice 43 ženy a 199 mužů.

V Sasku v letech 1841—1870 zabito bleskem 2315 osob, ve Spojených Státech Severoamerických jedině roku 1870 dokonce 202 osoby a sice 148 mužů a 54 ženy.

V Prusku dle úředních výkazů 1854—1857 zasaženo bleskem 511 osob, z nichž zabito 289 (72·25%) a poraněno 222 (27·75%). Tamtéž:

Roku	Zasaženo osob	Z nich zabito
1869	84	79
1870	108	102
1871	112	103
1872	93	85
1873	131	126
1874	107	93
1875	161	140
1876	120	106
1877	178	171
1878	89	87
1879	97	96
1880	62	62
1881	111	103

Ve městech jsou případy, že někdo zabit bleskem, velmi řídké. Tak zabity v Göttingen během 50 let

*) Většinou pod stromy.

2 osoby, v Halle jedna r. 1609, kdežto druhá pak teprv až r. 1825.

Nejčastěji bývají zasaženi lidé hledající útočiště před bouřkou pod osamělými stromy. Dokladů tu netřeba.

Avšak i pod stromy obklopenými stromy vyššími je nebezpečno dlíti. Tourdes sděluje, že r. 1869 z vojáků, kteří hledali ochranu před bouřkou pod nízkým stromem, byli dva zabiti a tři poraněni, ač na blízku stály vyšší stromy a nedaleko se přes řeku klenul železný most.

Často bije blesk do velikých shromáždění lidu v tanečních síních, v divadle, kostele atd., a bývá často veliký počet jich raněn neb usmrcen.

Zajímavý je následující případ sdělený Aragem. R. 1784 udeřil blesk do divadla v Mantově, a sice do hustě obsazeného hlediště; zabil 2 osoby a 10 poranil, a mnohým natavil náušnice, klíče, rozpoltil démanty aniž majitelům ublížil.

Dne 17. června 1892 udeřilo v jisté obci ve Štyrsku do stodoly, v níž se uschovalo 12 osob; 3 zůstaly mrtvy.

Zvlášť vojenská ležení bývají často navštívena bleskem; množství tu nahromaděných zbraní je toho příčinou. Největší neštěstí toho druhu se událo r. 1864 v Americe, kdy uhodil blesk do ležení 18. pluku Missouri-ského, jenž se utábořil na pahorku, nejvyšším to bodě širé roviny. Ohromný ohnivý sloup se snesl na ležení, které rozprášil, veškeré mužstvo srazil k zemi a zabil skoro všechny koně. Několik pušek se vybilo a zabilo tři vojíny.

Do vojenského ležení v Châlons udeřilo v letech 1860—1869 devětkrát.

Ačkoli blesk velmi často zasahuje vojenská ležení, není snad známý ani jediný případ, že by byl blesk udeřil do vojenského oddílu sešikovaného neb na pochodu. Rok 1870 — doba to francouzsko-německé války — byl sice bouřkami velmi bohatý, ale přec se neudál ani jeden případ toho druhu. Působí za-

jisté pušky s bodáky a tasené šavle v rukou vojínů, zvláště zmoklých a v obuvi, v níž je hojně železných hřebíků, jako dokonalý Divišův hromosvod.

6. **Ochrana proti blesku.**

Čeho je se nám vystříhati při bouřce?

Především dbejme toho, abychom nebyli nejvyšším bodem svého okolí. Jak zřejmo z mnohých už uvedených případů, je nebezpečno dlít na vrcholu osamoceného pahorku, hledat útočiště pod osamoceným stromem nebo poblíž telegrafického vedení. Nebezpečno je dlít za bouřky blíže větších kovových hmot, zvláště nedaleko neb u samých odkapných trub. Ano je nebezpečno mít za bouřky při sobě kovové předměty, zvláště kosy a pušky; leč i deštník bývá někdy nebezpečný. Jsou mi z vlastní zkušenosti známy dva případy, kdy blesk udeřil do sekáčů vracejících se s kosami s pole.

Za parné neděle r. 1893 byl zabit adjutant rakouské brigady jeda na koni na pahorek, kde jej očekávalo několik důstojníků na koni; blesk vyšlehl z osamoceného mraku nad pahorkem.

V Zürrichu udeřil blesk do deštníků tří žen jdoucích ulicí; dvě z nich klesly k zemi, třetí odhozena do poboční uličky a šat na ní silně popálen. Ze všech tří žen utrpěla pouze jedna nepatrné popáleniny na pravé ruce.

Jsme-li za bouřky v pokoji, není dobře dlít u krbu neb u kamen, neboť blesk tudy přichází nejčastěji. Dále není radno dlít u kovových předmětů, blízko visacích lamp, plynovodu neb vodovodu, šicích strojů atd.

Při bouři, jež se strhla nad Třebíčí 25. srpna 1893, zahřmělo jen jednou a blesk sjel do přízemního domku do prostředního plechového vikýře a po střeše dolů, při čemž rozbil několik břidlic a zapálil latě, trámy a slámu. Stropem, kde zanechal nepatrný otvor, vnikl do světnice a rozdělil se ve dvě části, jak bylo pa-

trno ze začazené dráhy, kterou zanechal. Jedna část šla k posteli, u níž vytloukla na dvou místech maltu; asi 3 *dm* nad touto znatelnou drahou visely obrazy ve zlacených rámcích, které zčernaly. Druhá část se rozdělila opět ve dví; jedna přešla k oknu, odtud přiskočila k šicímu stroji, jehož příklop prorazila, a patrně strojem přešla do země, druhá šla od kraje okna k zrcadlu a obrazům, jichž skla rozbila a papír zapálila. Také zrcadlo rozbila na střepy, na nichž jsem nalezl rtuť vyloučenou z amalgamu; sklo bylo místy na hranách roztaveno Od zrcadla přeskočila k prkénku druhého okna, na němž měl pracující tu obuvník rozloženo své náčiní. Ocilka těžká asi 1 *kg* odletěla doprostřed světnice; dělníku nestalo se nic. Současně byl omráčen hoch na ulici ve vzdálenosti asi 20 *m* od tohoto domu.

Proč se nesmíme při bouřce stát osamoceným nejvyšším bodem ve svém okolí, jest asi každému jasno.

Intensita elektrického pole je tím větší, čím menší je vzdálenost sousedních elektrických hladin. Elektrické hladiny obklopující zemi jsou nad každou vyvýšeninou, nad horami, budovami, stromy, lidmi atd. značně stěsnány, pročež je nebezpečno být nejvyšším bodem svého okolí. Dlíti za bouřky v lese není nebezpečno, vyhnem-li se jen stromům vyčnívajícím nad ostatní les. Nebezpečno je však býti za bouřky blíže větších kovových hmot.

Domněnka, že je za bouřky nebezpečná rychlá chůze neb jízda, je mylná. Neníť pohybující se vzduch lepším vodičem nežli vzduch klidný. Proto je také průvan v bytě neškodný. Kdyby průvan škodil, musili bychom při bouřce také zavírat domovní vrata a především vikýře na střeše. Jinak se mají věci, je-li ve světnici mnoho lidí; horký a vlhký vzduch se valí pak v mohutných proudech z oken a vystupuje podél zdi vzhůru poskytuje takto blesku vodivou dráhu. Tu je zajisté radno zavřít okna, avšak ne pro průvan, nýbrž pro tutéž příčinu, pro kterou je radno uhasit

oheň; jestiť kouř vystupující z komína také dobrým vodičem.

Rozšířeno je také mínění, že je člověk za bouře nejlépe uschován v peřinách, neboť peří špatně vodí elektřinu. Jistý muž v Harrowgate (v Anglii), jenž za bouřky usnul ve své posteli, byl zasažen a usmrcen bleskem. V Horním Lichtenvaldu u Valtěřic zabil r. 1895 blesk ženu v posteli. V Třebíči, tuším že r. 1892, uhodil v noci blesk do školy na Nových Dvorech a vyhodil školníka z postele. Roku 1897 pak v Nitkovicích udeřil blesk také v noci do školy a vyhodil učitele z postele neublíživ mu nijak.

Že neuchrání ani žíněnky a houně, o tom nabyli smutných zkušeností vojíni v kasárnách sv. Morice v Lille r. 1838.

Hledáme-li ochranu proti blesku, neposkytnou nám ji látky isolující, jež blesk roztříští, nýbrž d o b ř í v o d i č i. Uvnitř železné klece hustě pletené a vodivě spojené se zemí bychom nalezli před bleskem tak bezpečnou ochranu jako elektroskop pod příklopem z drátěné sítě před jiskrou elektriky.

Na tomto principu též před nějakým rokem sestrojil Mikuláš A r t e m ě v, professor a ředitel elektrotechnického ústavu v Kijevě na Rusi, svůj ochranný oděv proti elektrickým proudům vysokého napjetí (obr. 28), jenž jest utkán z jemného mosazného drátu. Odpor, který tento ochranný oblek klade elektrickému proudu na délku mezi konci prstů roztažených rukou, jak zjištěno je menší než 0·01 Ohmů, kdežto odpor lidského těla v tomto směru obnáší více než 2000 Ohmů. Příslušné pokusy s Arteměvovým oblekem byly provedeny bezvadně až do napjetí elektrického proudu 200.000 Voltů.*)

Zajímavá je také otázka, je-li spojeno s nebezpečím života vniknutí do bouřných mraků. Fysik R i c h a r d vystupuje r. 1750 na horu poblíž Châlons sur Saône prošel bouřným mrakem aniž utrpěl škodu neb něco zvláštního pozoroval; bouřka ještě pod ním

*) Viz Epocha roč. VIII., str. 221.

řádila, když dostihl temene hory. Pokud byl pod bouřným mrakem a jakmile se octl nad ním, slyšel



Obr. 28. Arteměvův ochranný oděv proti elektřině vysokého napjetí.

jednotlivé rány hromu; v mraku samém se mu zdálo, že hřmí bez ustání. Také Peltier a Hossard na svých cestách v Pyrenejích pronikli bez úrazu často vrstvami bouřných mraků.

Též větroplavci pronikli častěji do bouřných mraků (Coxwell a Gypson) aniž tím byli poškozeni. M. Bacon se vznesl ballonem 27. července 1900 v $5^3/_4$ hod. ráno za krásné pohody v Newburgh-u. Dosáhnuv výšky 700 *m* byl hnán rychlostí 65 *km* za hodinu na západ, odkud právě přicházela bouřka. Teplota náhle klesla a počaly padati kroupy. Ballon vnikl do bouřného mraku osvětlovaného četnými prudkými blesky, po nichž následoval úsečný hrom bez rachocení. Žádný blesk však ballon nepoškodil, a větroplavec dospěl k zemi bez pohromy. —

Náhlý vznik černých mraků, jež rychle mohutní a v krátké době zakryjí celou oblohu, hrozivé dunění hromu, jehož síly rychle přibývá, a konečně blesk sám, jenž jako ohnivý meč rozrývá na okamžik temnou spoustu mraků, nesa záhubu a smrt na zemi, neméně pak hrozní průvodcové bouřky, prudký liják, průtrž mračen a krupobití, vše to musí na člověka neznajícího příčiny zhoubných těchto úkazů přírodních působiti mocí neodolatelnou, zastrašující. Jaký div, že je považuje za trest uraženého Boha hromovládce, neb je připisuje moci nepřátelských jemu zlých duchů, proti níž hledá ochrany v kouzlech. Různým předmětům pak připisována ochranná moc proti blesku. Tak prý Parysatis a Artaxerxes darovali Ktesiovi dýku chránící před bleskem.

Téměř u všech nevzdělaných národů se setkáváme se zaklínači mraků*), kteří požívají nemalé vážnosti; ano i u vzdělaných národů v odlehlých horských krajinách provozují podnes takové „čarodějské" své řemeslo. Také v naší vlasti žije doposud nejeden zaklínač neb vodič mraků (krupovidač), jenž za blížící se bouřky vychází ze své chaty, aby svým uměním odvrátil od rodné vísky zhoubu. Také Polsko má své planetníky a chmurníky. Neméně jich žije

*) Dle Plinia uměli prý Etruskové blesk sváděti s nebe. Numa byl prý zasvěcen do tohoto tajemství, a Tullus Hostilius opomenuv nějakou podstatnou část zaříkání byl bleskem zasažen.

na Moravě v odlehlých dědinách valašských (božec, bohoň) a slovenských, ač jim bylo přečkat nemálo protivenství a utrpení. Tak bylo kolem r. 1715 v Uhrách (Pohľady roč. 1893) upáleno mnoho čarodějů, poněvač „svojimi ďabolskými kumšty chceli zničiť celé Uhry a Sedmohradsko krupobitím.“ V letech 1728—29 upálena celá řada „čarodejnikov bosoriek“; bylť jeden chlapec svému otci vyprávěl, že ho jistý mladík chtěl naučit přivolávat bouřky a krupobití. Otec oznámil věc vrchnosti, která „toho štebotného fabrikanta“ bouřek vzala na skřipec a vynutila z něho nejen doznání vlastní viny, nýbrž také jmena ostatních vinníků, mezi nimiž byl i sám rychtář se svou ženou. Všichni podrobeni zkoušce vody a váhy, uznáni vinnými a upáleni.

V některých moravských krajinách*) má až posud skoro každé okolí svého zvláštního zaklínače mračen neboli sváděče krup. Takový muž požívá všeobecné důvěry a tvrdívá o sobě, že dokud bude živ, kroupy v tom okolí nepotlučou. V Jablůnce u Vsetína sypávali takovému svému dobrodinci jako jiným obecním zřízencům. Zaměstnání jeho je nebezpečné. Kdyby se ve svém zažehnávání zmýlil jen slovem, kroupy by se naň shrkly a zatloukly by jej. Košile jeho nesmí býti škrobená a nesmí v ní být ani nitky nespravedlivé, totiž jinému ukradené. Když se objeví kroupová mračna na obzoru, odebere se zaklínač k potoku neb řece, a brodě se vzhůru proti proudu zažehnává mraky a svádí je s polí na hory neb jiné pusté místo.

V Jablůnce sváděl tkadlec kroupy. Vstoupil do Bečvy a brodil se vzhůru; kroupy za ním. Volalo naň z mračen: „Vrať sa, zahyneš, máš nespravedlivú cívku v košuli“. Tkadlec shodil se sebe košili i bředl dále, až svedl bouřku na hory.

Zažehnávaje kroupy udělá zaklínač proti mračnům znamení kříže a začne: „Ve jmenu O. i S. i DSv. Amen. Zaklínám vás, vy černé mračna, blesk, hrom

*) Viz: Fr. Bartoš, Moravský lid. 1894.

a bouřku skrze všemohoucnost † Otce, skrze všemohoucnost † S. atd.“ Takových zaklínacích formulí znám jest počet dosti četný.*)

Také troubení na rohy přisuzována moc rozhánět bouřné mraky; zvláštní moc pak připisována troubám pořízeným z lastur (cornibus e cocleis). Zíbrt připomíná, že v odlehlých vesnicích, na př. v Kučeři u Milevska, nosí obecní pastucha posud v torbě lasturu opatřenou kovovou hubicí a troubí na ni, když jdou mračna; dostává za to po snopu obilí. Nástroj má starobylé vzezření, a nikdo neví kým a odkud byl do dědiny přinešen; je prý posvěcen od papeže. Na jaře jej pastýř vytírá svěcenou vodou. Lid důvěřuje tomuto nástroji a nikdo mu nevymluví že lastura nemá žádnou posvátnou neb kouzelnou moc' V zimě ji chová u sebe starosta obce jako vzácný' obecní majetek a odevzdává ji zase svému nástupci.

Nejčastěji užíváno proti mrakům zvonění. V modlitbě, kterou čte biskup při svěcení zvonů, jest obsaženo toto místo „... Et cum melodia illius auribus insonuerit populorum, crescat in eis devotio fidei; procul pellantur omnes insidiae inimici, fragor grandinum, procella turbinum, impetus tempestatum, temperentur infesta tonitrua...“**) Snad byla tato modlitba, kterou biskup prosí, aby zvuk zvonu zaháněl krupobití a mírnil moc bouřky a hromu, vyložena v ten smysl, že tuto moc mají zvony.

Že zvonění bouřky nezahání, ale je spojeno s nebezpečím života, toho dokladů máme hojnost. Za hrozné bouřky, jež zuřila ve Francii v noci ze 14. na 15. srpna 1718, bylo zasaženo, jak udává Deslandes, 24 kostelů, většinou takových, v nichž zvoněno proti bouřce. Dne 11. července 1755 zabil blesk v Aubigny tři lidi zvonící

*) Viz: Český lid, Časopis Matice Olomoucké, Bartoš, Václavek, Erben, Zíbrt a j.

**) „... a když jeho (zvonu) libá píseň zazní uším lidu, nechť se v něm zmáhá víra; nechť jsou daleko zahnány všechny nástrahy nepřítele, rachot krup, příval vichřice, nával bouře, nechť se mírní nepřátelské krupobití...“

a čtyři děti, kteří se před bouřkou utekli pod věž. V letech 1753—1783 zabil blesk v Německu 121 zvoníků. Na počátku minulého století zabit v Holešově člověk zvonící proti bouřce. Arago udává, že blesk zabil zvonícího člověka 27. června 1844 v Sarliac-u, 1. června 1844 v St. Robert, 5. září 1845 v Toulouse, 7. května 1846 v Cornillé atd.

Bohužel nevymizela nebezpečná ta pověra ani dnes. Ve mnohých odlehlých slováckých a valaských horských dědinách se vyzvání podnes, ano činí se tak i v některých moravských dědinách ležících poblíž měst, v Krokočíně u Byteše, ve vesnicích u Boskovic a j. Že si ještě podnes vybírá blesk své oběti mezi zvoníky, toho doklad tuto:

Dne 11. července 1893 přešla nad Hornou a Oravou veliká bouřka. V obci Zákamenném Klině sjel blesk do věže, v niž právě vyzváněli dva hoši proti bouřce. Věž i kostel stály okamžitě v plamenech a shořely do základů. Jeden z hochů byl bleskem omráčen a uhořel, druhý se zachránil; zvony zničeny. —

Zvláštního prostředku proti bouřkám užívali dle Herodota Thrakové; hrozilit za bouřky dlouhými tyčemi proti nebi. Škoda, že není zaznamenán účinek hrozeb, dá se ale tušit. Ještě zajímavější však je, že D u t e n s proto prohlašuje zcela doopravdy Thraky za vynálezce hromosvodu.

Mnozí asijští národové prý proti bouřkám zapalují veliké ohně. Vysoké sloupy dýmu působí na elektřinu podobně jako vysoké kovové přiostřené tyče, a nelze upřít účinnost tohoto zařízení. Aby však byla tak chráněna před bouřkou jen malá dědina, musilo by býti zapáleno tolik ohňů, že by ochrana ta byla příliš drahá a ostatně možná toliko za bezvětří. Že názor tento je správný, že kouř vystupující do značné výšky způsobí pozvolné vyrovnání elektrického napjetí, toho doklady nám skýtá statistika. Tak dle H e l l m a n n a připadá ve Schleswig-Holsteinsku průměrně na 1000 kostelů 6·3 úderů, na 1000 větrných mlýnů 8·5 úderů, na 1000 továrních komínů však toliko 0·3 úderů blesku.

Pro zajímavost budiž mi dovoleno připojit na tomto místě výňatek z L o m b r o w - o v y knihy „Atavismus a evoluce“, uveřejněný v ruském časopise „Niva“, roč. 1897, o němž se zdržím úsudku neznaje original ani prameny, z nichž Lombrow čerpal. Tedy:

„Hromosvod byl znám lidem za časů velmi dávných. Známo na př., že keltičtí vojíni zastiženi v poli bouřkou lehali na zem, zapalovali poblíž sebe pochodeň a zabodávali vedle ní svůj dlouhý meč obrácený ostřím vzhůru. Blesk často sjížděl po ostří meče do země nepůsobě škody vojínu.“

„Římanům byl též hromosvod známý. V časech dávno minulých na nejvyšším bodě hradeb zámku Duino,*) který stával na březích Adriatického moře, byl vztýčen vysoký železný stěžeň za tím účelem, aby za bouřných letních dnů oznamoval blížící se bouřku. Jakmile se totiž na moři objevily poněkud jen podezřelé vlny, jež se zdály věštit bouřku, postaven ihned k železnému stěžni vojín na stráž. Ten se občas přibližoval stěžni ostřím svého kopí, a zpozoroval-li, že od stěžně na ostří odskakují jiskry, počal zvonit na poplach, aby varoval rybáře před blížícím se nebezpečím. Paměť na tuto znalost hromosvodu u starých národů se neuchovala, takže hromosvod byl úplnou novinkou, když byl znovu vynalezen.“

H u g o C a p e t stavěl již v X. stol. do země dlouhé tyče s ostrými kovovými hroty, aby chránil své pole od bouřek.

G u e n a u d e M o n t b é l i a r d navrhuje r. 1776, aby se četnými kovovými tyčemi chránily krajiny od bouřek a častého jich průvodce krupobití.

L a P a s t o l l e, lékárník v Amiens-u, navrhuje r. 1820 totéž, jenže hromosvod „zdokonalil“; místo tyče železné navrhuje přiostřenou t y č d ř e v ě n o u, jejíž hrot káže spojiti s l a m ě n ý m (!) p r o v a z e m se zemí. T h o l l a r e t opatřil tyto „hromosvody“ mosazným hrotem a do slaměného provazu vpletl provaz konopný. Ačkoliv B i o t píše r. 1821 o tomto zařízení

*) Nyní slovinské město v Gradišce.

„myslím, že tento předmět nezasluhuje, aby si ho akademie povšimla,“ ujal se rychle tento hromosvod ve Francii, Švýcarech, Bavorsku, Rakousích a Italii, takže (prý) se r. 1824 páčil počet těchto hromosvodů na 1 millión. Avšak již roku následujícího stihlo takto „chráněné“ kraje krupobití, jež zničilo celou téměř úrodu.

Také střelby z děl a hmoždířů se užívalo proti bouřkám a krupobití už za časů dávných.

Ve spise pocházejícím ze XVI. stol. čteme, že Leonardo da Vinci tvrdil, že lze snadno chrániti kraj od kroup, když se na kopce, odkud zpravidla přicházejí bouřné mraky, postaví děla a počne-li se, jakmile zpozorujeme vznik mračen, do nich střílet.

Arago vypravuje, že již v XVII. stol. loďstvo kotvící v Cartageně (v Jižní Americe) rozptylovalo mraky věštící prudkou bouřku střelbou z děl. Ve Francii prý v XVIII. stol. zavedl střelbu proti bouřkám bývalý francouzský námořník; zvyk se ve mnohých osadách zachoval do XIX. stol.

V letech osmdesátých stol. XVIII. byla střelba ta zakazována v rakouských zemích alpských a Bavorech.

Roku 1803 uveřejnil Denize spis „O prostředcích, jak zabrániti bouřkám a krupobití“, v němž navrhuje:

1. Aby se způsobilo silné otřesení vzduchu silným zvoněním, střelbou z hmoždířů a hrubých kusů, silným bubnováním (!) neb vypouštěním raket v místa, kde jsou mraky nejhustší.

2. Aby se mraky se zemí spojily vodivě ohněm nebo parou.

3. Aby se odváděla elektřina z mraků hromosvody.

Parrot radí střelbu pum, jež by v těch výškách, kde se mraky tvoří, vybuchly; později radil Bombici v Italii totéž.

V Alpách se udržela střelba proti bouřkám až na naše časy, a v nejnovější době se provádí soustavně na podnět Stiger-a, starosty ve Slovinské Bystřici. Muž tento má rozsáhlé vinohrady na jižním svahu Bacherských hor. Úroda však byla ničena kroupami téměř rok co rok, takže se majitel nechtěje se vzdáti vinařství zanášel už úmyslem chrániti drahocenné vinohrady drátěnou sítí. Dříve však ještě chtěl učinit pokus se střelbou. Roku 1896 zřídil na ploše 2 *km* v místech ovládajících okolní kraj 12 střelnic a každou z nich vyzbrojil 10 těžkými nálevkovitými hmoždíři; na každou ránu se bralo 120 *g* prachu. Hrozilo-li krupobití, stříleno ze všech 120 hmoždířů ustavičně. Počet stanic vzrostl rokem následujícím na 33, pak na 36. Střelnou ranou se utvoří z plynů a kouře prsten, jehož částice jsou ve vířivém pohybu; rotační pohyb těchto vírů je příčinou, že se kouř nerozptyluje.

Stiger zkoušeje účinky těchto vírů shledal, že vlaštovka zasažená vírem klesla mrtva k zemi, a při výstřelu vodorovném, že bylo osení na značnou dálku oderváno a zničeno.

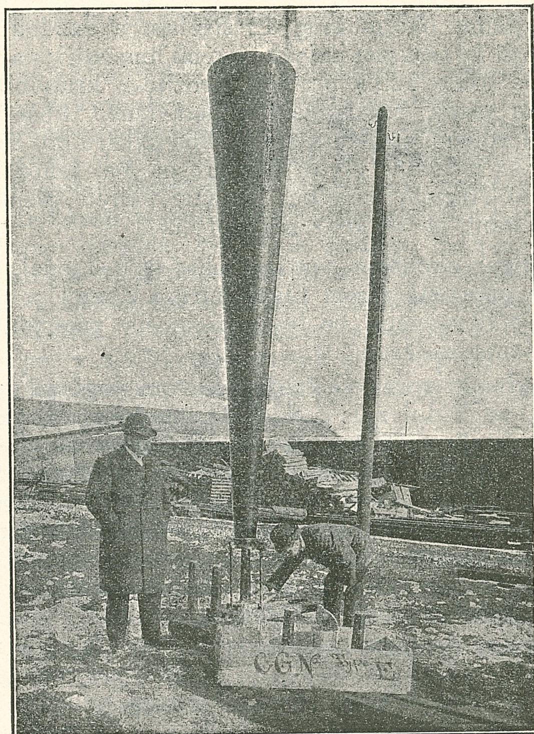
Jedna ze zpráv zaslaných meteorologické ústřední stanici ve Vídni zní: „Nad Bacherskými horami vystupovaly hrozivě spousty černých mraků. Na dané znamení počala na všech stanicích střelba, a již za několik minut nastal v mračnech pohyb; utvořil se v nich nálevkovitý otvor, kraje otvoru počaly kroužit, otvor se rozšiřoval a mraky se rozptýlily. Nepřišla ani bouřka, ani prudký dešť. Jindy se z mraků spustil dešť, kdežto v okolí řádily kroupy.“

Mnozí fysikové naprosto popírají, že by taková střelba měla jakýkoli vliv na vznik krupobití. Uvážíme-li však, že v letě aspoň kroupy přicházejí vždy s bouřkami, jež vznikají vířivým pohybem vzduchu, nelze zajisté popřít, že střelba z hmoždířů dosti velikých a dosti četně postavených na návrších může víry tyto zničit a tím bouřku i kroupy zamezit.

Poukážu ještě na jednu okolnost. Je známo, že se po větších požárech často dostavuje dešť, neboť prach a kouř způsobuje kondensaci par. Současnou rychlopalbou několika set hmoždířů se do mraků vnese mnoho kouře; tím se může zabrániti přechlazení par a tedy i krupobití. Jest ovšem nutno, aby víry ze

hmoždířů pronikly do vrstev, v nichž vystupující vzduch už jest ochlazen pod rosný bod.

Z dosavadních zkušeností však nelze bezpečně soudit, že prostředky dnes užité jsou dost účinné. Ve



Obr. 29. Normalní štyrská stanice pro střelbu proti krupobití.

mnohých zemích se věci uchopila vláda. Ve Štyrsku zřízena zkušebná stanice zemská ve Sv. Kateřině a kolem Bystřice pak postaveno na ochranu kraje 40 *km*² na 40 větších střelnic ve čtyřech řadách, řada první v průměrné výšce 350 *m*, řada poslední v průměrné výšce 650 *m*. V letech 1900 a 1901 bylo v tomto kraji 37 bouřek, některé z nich s kroupami; krupobití bylo

slabé a kroupy měkké, ač několikrát padaly i pravé kroupy veliké jako lískové ořechy. Škodu však způsobily jedině 20. srpna 1901 a sice právě v místě, kde nestříleno, poněvač si muž ustanovený ke střelbě zlomil nohu.

V Italii zřízeno na podnět prof. Ottavi-a mnoho střelnic. V letě 1900 jich měla Padua přes 30, Treviso 70, Vicenza 20, Verona 20, Bergamo 135 a jiné kraje (Bologna, Torino, Novarra, Alessandria a j.) střelnice zřizovaly. Ústřední meteorologická stanice v Římě pak vyslala dva fysiky, Rizzo a Pocchetino, aby účinek střelby studovali a nestranně posoudili. V okrsku prvého z nich se střílelo na 2400, v okrsku druhého na 7000 místech. Žádný z nich nepozoroval, že byl bouřné mraky střelbou řídly. Také blesky neustaly; naopak oba fysikové pozorovali blesky za nejprudčí střelby.

Výsledky střelby sestaveny v následující tabulce:

1. Přes pravidelnou střelbu kroupy se škodou 10—50%	46	případů
2. Při nepravidelné střelbě kroupy	18	„
3. Při pravidelné střelbě slabé krupobití v kraji, kde se střílelo i v okolí	67	„
4. Při pravidelné střelbě v okolí střelnic žádné kroupy, dále silné krupobití	50	„
5. Při nepravidelné střelbě v okolí střelnic slabší krupobití než v dalším okolí	10	„

Ovšem dlužno tu podotknout, že se v Italii užívá většinou malých hmoždířů, z nichž vystupují víry do výšky jen 200—300 *m*. V Calepio (okres Bergamo) a San Giorgio (okres Monferrato) užito však hmoždířů dovezených ze Štyrska a s úspěchem překvapujícím.

Půl hodiny od Pasova, u samých rakousko-bavorských hranic, leží u Schärdling-u vzorný statek Otternach. Po tři leta chráněna tu plocha 13 *km*² střelbou proti koupám. Celkem stříleno 14krát, při čemž dáno 1469 ran, takže přišlo na jednu bouřku průměrně 105 ran, při bouřkách nejsilnějších 128—211 ran. Z pravidla počaly mraky řídnouti po 8—12 ra-

nách. Dne 2. a 3. června 1903 padaly kroupy až ke hranicím Otterbachu, 19. července v Schärdingu pršelo, kdežto po obou stranách směrem, kterým bouřka táhla, padaly kroupy. Je pozoruhodno, že 1. března, kdy střelnice ještě nebyly vyzbrojeny, padaly silně kroupy.

Pro posouzení výloh spojených se střelbou budiž uvedeno toto: Celkem postaveno 13 střelnic, jedna od druhé byla vzdálena průměrně 1 *km*. V každé boudě (střelnici) jsou dvě oddělení; v prvním bydlí střelec, ve druhém je postaveno pět hmoždířů. Jedna místnost od druhé jest oddělena dřevěnou stěnou, v níž jest otvor, jejž lze uzavříti posuvnými dveřmi. Na ránu se dává 157 *g* prachu a ochrana 1 *ha* stojí 70 hal. Celkem vydáno 848 K, o peníze se stará a dozor vede zvláštní konsorcium.

Blíží-li se bouřka, nabije každý střelec své hmoždíře a vsune je pod kuželovitou rouru. Střelec bouřce nejbližší počne stříleti v malých přestávkách, a ostatní po něm.

Na žádost slavného meteorologa B e z o l d - a konána pozorování na 12 vojenských střelnicích v Německu. V sedmi se střílelo z polních děl nábojem 0·6 *kg* prachu, koule 5—10 *kg*. Ve třech stanicích stříleno z děl pevnostních a obléhacích; náboj byl 10 *kg* prachu, koule do 200 *kg* váhy. Ve dvou stanicích konečně stříleno z děl lodních a pobřežních, náboj až 300 *kg* prachu, koule až 1000 *kg*. Kruppovo dělo kalibru 28 *cm* vyhodí kouli do výšky 6200 *m* a do vzdálenosti 20 *km*, dělo kalibru 40 *cm* dokonce do výšky přes 9000 *m* a do vzdálenosti větší než 30 *km*. Tu je nám činiti s výškami daleko značnějšími, než v jakých zuřívají bouřky.

Z uvedených 12 stanic mělo roku

	1898	1899	1900
více bouřek než okolí	4	0	1
méně „ „ „	8	12	10
více krupobití než okolí	6 5	6·5	3·5
méně „ „ „	5·5	5·5	7·5

Nebylo-li na některé stanici rozdílu, počítáno 0·5 více a 0·5 méně.

Patrno, že si ani tu nelze utvořit bezpečný úsudek. Nutno však uvážit, že střelba nebyla namířena proti mrakům, že nebyla prováděna soustavně a že asi při bouřkách nebylo stříleno. Leč třeba si ani dnes nemůžem utvořit spolehlivý úsudek, je více než pravděpodobno, že racionelní střelbou můžeme krupobití ne-li zcela odvrátit, tedy aspoň zmírnit.

Ve dnech 15.—17. listopadu 1901 odbýván v Lyon-u třetí sjezd, jenž se zabýval střelbou proti krupobití, na nějž se dostavilo přes 1500 účastníků ze všech kulturních států. Usnešení sjezdu jsou tato:

Obrana proti kroupám (t. j. střelba) zasluhuje, aby si jí věda všímala a zemědělci aby k ní hleděli s důvěrou a nadějí. Odbory pro střelbu nechť se snaží chrániti proti kroupám souvislé a co možná největší plochy. Úspěchu se lze nadít jen tehdy, je li výzbroj dobrá, hmoždíře správně rozestaveny, mužstvo dobře vycvičeno a dobrá návěstní služba. Nutno, aby odborům byly v čas dodány předpovědi meteorologických stanic. Každé krupobití jakož i účinek střelby budiž bez prodlení oznámen ústřednímu meteorologickému ústavu, tam rychle zpracován a výsledek sdělen odborům.

Konečně utvořen stálý mezinárodní odbor pro střelbu.

Naše vlast bývá stihána rok co rok četnými krupobitími; zvláště hroznou pohromu přinesl rok 1903 D o p o r u č o v a l o b y s e z a j i s t é, a b y z e m s k é v ý b o r y č e s k ý i m o r a v s k ý s p o l u s e z e m ě d ě l s k ý m i r a d a m i z ř í d i l y v n ě k t e r é m z v l á š ť o h r o ž e n é m o k r e s u z k u š e b n o u s t a n i c i, n e b o ť j d e o m i l l i o n y n á r o d n í h o j m ě n í, j e h o ž n e m á m e n a z b y t. —

Po této odbočce se seznámíme s jedinou skutečnou a spolehlivou ochranou proti blesku. Je to h r o m o s v o d.

Jak uvedeno již dříve, pozorovali B e r g e n a J a l l a b e r t různé chování se vodičů kulatých a špi-

čatých poblíž zelektrisovaných těles. Diviš a Franklin pak poznali, že lze elektrické napjetí (potential) vodiče značně snížiti, přiblížíme-li se mu vodičem opatřeným hrotem, zvlášť je-li tento spojen se zemí, a dále že náboj vodiče opatřeného ostrým hrotem nedosáhne nikdy toho napjetí jako bez hrotu. Oba připadli téměř současně na myšlenku užít této vlastnosti na ochranu lidských příbytků před bleskem, na sestrojení hromosvodu. Oba dva svou myšlenku také uskutečnili. Diviš postavil svůj stroj, jehož popis jsme už podali, ve farské zahradě v Přímětících*) r. 1754, Franklin pak zajisté ne před r. 1755. Je sice jisto, že už v září 1752 vztýčil na střeše svého domu tyč na pozorování atmosférické elektřiny, kterou nabíjel leydenské lahve, jichž vybitím přiváděl uměle účinky blesku, avšak hromosvod to nebyl, neboť o rok později, v září 1753, sděluje Collinson-ovi ve psaní návrh na ochranu budov před bleskem. Ani r. 1755 nebyl postaven žádný hromosvod Franklin-ovy soustavy, neboť se tento 29. června 1755 zmiňuje ve psaní zaslaném Dalibard-ovi o blesku, jenž zasáhl v listopadu 1754 kostel Newburgh-ský. Píše: „... Následkem toho se zdá pravděpodobno, že by byl takový drát spojující korouhvičku se zemí uchránil věž od škody, i kdyby jej blesk roztavil.“ Kdyby byl Franklin, jak mnozí tvrdí, postavil hromosvod už r. 1752, zajisté by r. 1755 nepsal „zdá se pravděpodobno“.

Úmyslem Divišovým bylo vyssáti pomocí velkého počtu kovových hrotů spojených se zemí elektřinu z mraků a učinit je takto neškodnými; jak už známo, účelu toho také dosáhl. Franklin pak upevnil na střeše domu, který měl býti chráněn před bleskem, vysokou špičatou železnou tyč, kterou spojil jinou tyčí vedenou podél střechy a zdi se zemí. Bylť si toho vědom, že předně špičatá tyč vztýčená na střeše a vodivě spojená se zemí (zachycovač) nebezpečí úderu zmenšuje, neboť napjetí mraku snižuje, a že za druhé, sjede-li

*) Obraz Divišův podaný na str. 18 je kopie obrazu chovaného podnes na faře přímětické.

přece blesk k budově, zasáhne nejvyšší a k tomu kovovou její část, totiž zachycovače, a vyvolí si k zemi dráhu, jež mu klade nejmenší odpor, to jest svodnou železnou tyč.

Vývody a pozorování Franklinovy byly dotvrzeny nejznamenitějšími fysiky té doby. Tak vztýčil Beccaria již r. 1750 na střeše kostela San Giovanni di Dio železnou tyč vodivě spojenou se zemí; vedení bylo na jednom místě nepatrně přerušeno. Za počasí klidného přeskakovaly jiskry toliko byla-li tyč vztýčena, za počasí bouřného však přeskakovaly ať měla tyč směr jakýkoli. Později vztýčil na paláci de Valentino dvě takové tyče, a za bouřného počasí napočítal tu průměrně 10 jisker za vteřinu.

De Romas, jenž pomocí draka sváděl s mraků elektřinu, tvrdil také, že se mrak stal neelektrickým; totéž dotvrdili Lining a Charles.

Přesto se zavedení hromosvodu potkalo s velikým odporem nejen u lidu nevzdělaného, nýbrž i u odborníků, mezi nimiž nalézáme také dva muže velezasloužilé o výzkum atmosférické elektřiny; jsou to Nollet a Wilson. Kdežto onen účinnost hromosvodu popíral, tvrdil tento přímo, že je hromosvod škodný, neboť blesk přitahuje, a zrazoval od vztyčování tyčí na střechách; doporučoval však uvnitř stavení soustavu kulatých železných tyčí spojených se zemí, zařízení to zajisté nanejvýš nebezpečné. Jeho náhledy vyvraceli Franklin, Cavendish, Watson a Robertson, ale Wilson se nedal přesvědčit a prosadil u krále Řehoře III., že s některých domů opatřených Franklinovým hromosvodem musil býti hromosvod opět sňat. Věci se konečně ujala „Royal Society“, jež zvolila kommissi, v níž zasedal Cavendish, Watson, Mahon, Nairne, Priestley a Henley; kommisse uznala Franklinův hromosvod správným a užitečným, a účinnost jeho v krátku dokázána nepopíratelnými fakty.

V zámku hraběte Orsini-a v Korutanech stál kostel, jenž byl tak často zasažen a poškozen bleskem, že se v něm v letě nemohla konat bohoslužba. R. 1774

byla věž tohoto kostela bleskem úplně zničena, nato postavena znovu a blesk do ní bil ročně 5—6krát, někdy 5—10krát za jediné bouřky. R. 1778 zasažena za prudké bouřky věž 5krát bleskem a tak poškozena, že hrozila sesutím. Musila býti zbořena a postavena znovu, avšak tentokrát opatřena hromosvodem. Do roku 1873 byla zasažena bleskem už jen jedenkrát, ale nepoškozena.

Zajímavá je také zpráva Hemmer-ova o věži Siennské, jež zní: „Tato krásná budova byla velmi často zasažena bleskem a pokaždé silně pošramocena, pročež byla opatřena hromosvodem, jejž však lid velice proklínal. Avšak 18. duben 1777 učinil zlořečení konec. Toho dne se přiblížila bouřka. Vše se shromáždilo na náměstí, blesk sjel před zraky všech na hromosvod, avšak věži neublížil ani dost málo, ano nezničil na hromosvodu ani pavučinu!"

Má-li hromosvod vyhovět vytknuté dvojnásobné úloze, musí být sestrojen následovně:

1. Zachycovač musí dostatečně převyšovat nejvyšší body budovy (komíny), musí míti hrot co možno ostrý, neboť čím je tento ostřejší, tím nižší jest elektrické napjetí vodiče. Hrot sám musí býti z látky, jež snadno odolá vlivům ovzduší a je těžko tavitelná. Gay Lussac navrhoval tenké hroty platinové, které se však neosvědčily, neboť je blesk roztavil. Nyní se konec zachycovače hotoví z čisté mědi, kterou chrání dutý stříbrem připájený platinový kužel před okysličením. Též se užívá hrotů stříbrných neb pozlacených měděných, nebo pouze železných potažených zinkem. Ostatně není u volby hrotu nutná přílišná úzkostlivost; je-li hrot špatný, avšak zachycovač a svodič v pořádku, nepoškodí blesk budovu byť ji i zasáhl.

Hlavní věc jest, aby hrot zachycovače byl nejvyšším bodem budovy, kterou má chránit; není-li tato podmínka zplněna, nelze se na hromosvod spoléhat, byť i jinak jeho konstrukce byla bezvadná. Zajímavý toho doklad sděluje Karsten. Dne 18. května 1878 zasažen bleskem větrný mlýn ve Brocksted (Holsteinsko). Mlynář vida blížící se bouřku spěchal vytahati

z lopat kola prkénka, aby je vítr nepoškodil. Jedno křídlo však stálo svisle a převyšovalo zachycovač hromosvodu o $1^1/_2$ *m*. Blesk sjel do tohoto křídla, rozbil je až k bodu ložícímu s hrotem zachycovače ve vodorovné rovině, přeskočil tu k zachycovači a sjel po svodiči k zemi aniž způsobil další škodu.

Leroy míní, že každým zachycovačem je chráněn kruh, jehož poloměr je třikráte větší než délka tyče. Landriani udává tuto míru jako maximalní. Francouzská akademie na dotaz ministerstva války udala r. 1823 na návrh Charles-ův toliko poloměr dvojnásobný. Dle toho by byly před bleskem jisty všechny hmoty ležící uvnitř kuželu, jehož vrcholem je hrot zachycovače, a jehož základ má poloměr rovný 2násobné výšce zachycovače nad zemí. Body ležící na obvodě základu nazveme zkrátka body o jistotě = 2. Má-li být budova opravdu hromosvodem chráněna, musí jistota jednotlivých bodů budovy odpovídat jich ohrožení. Zachycovačů musí býti tolik, aby jistota všech nejvyšších rohů byla nejméně = $1^1/_2$, všech nižších rohů $2^1/_2$, nejvyšších hran = 2, hran nižších = 3, všech nejvyšších ploch = 3—4. Nelze-li některým bodům budovy poskytnout tuto jistotu, je nutno vésti tyč svodnou přes ně, čímž nabudou dostatečné jistoty. Bodům zasaženým již jednou bleskem třeba dát jistotu zvlášť velikou.

2. Svodič musí co možno nejkratší čarou spojovat zachycovač se zemí, a musí být bezvadný, to jest vodivost jeho nesmí být nikde přerušena. Proto je dobře, možno-li jej hotoviti z kusu jediného, a kde to nemožno, složit jej z částí co možno nejdelších a výborně spájených. Profil svodného drátu musí být takový, aby skýtal blesku za všech okolností dráhu nejmenšího odporu. Francouzská kommisse, jež se tímto předmětem zabývala r. 1854, doporučuje pro železný kulatý svodič průměr 17 *mm*. Lépe než železná tyč doporučuje se železné lano, jež se dá snáze přizpůsobiti všem nerovnostem střechy a budovy, netvoří nikde nebezpečné ostré hrany a činí spájení zbytečným. Aby svodič netrpěl vlivy atmosfé-

rickými, hotoví se často ze železa pozinkovaného nebo z dražší arciť mědi; pro lepší vodivost mědi však tu dostačí lano průměru 5—6 *mm*. Lana mosazná a vůbec všechny součástky mosazné nutno zavrhnout, neboť příliš podléhají vlivům atmosférickým. Nejlépe je hotovit celý hromosvod ze železa nebo celý z mědi, neboť místa, kde se stýkají různé kovy, jsou nejvíc vydána zkáze. Ode zdi nebudiž svodič isolován.

Jak je důležito, aby byl svodič zhotoven z jednoho kusu, nebo kde to nemožno, z částí dobře spájených, vysvítá z tohoto případu:

Dne 5. května 1881 udeřil blesk do loděnice ve Vegesack-u. Budova tovární byla opatřena hromosvodem, jehož svodič se skládal z mnoha kusů zasahujících do sebe ohnutými konci, tvoře takto silný řetěz. Blesk sjel po hromosvodu, rozbil svodič asi 5 *m* nad zemí, prorazil zinkem krytou střechu a dva železné nosiče, načež různými směry proběhl budovu tovární. V továrně poranil mnoho dělníků a způsobil značnou škodu.

Dne 20. října 1884 udeřil blesk ve Bremen do kostela opatřeného hromosvodem, po němž sjel. Asi 26 *m* nad zemí byl svodič dvakrát ostře zahnut, aby se vyhnul domu přistavenému ke kostelu. Tam se blesk rozdělil ve dví; jedna část šla po svodiči k zemi, druhá vybočila a pošramotila budovu.

Vybijem-li Leydenskou lahev (obr. 30) jiskrou při *A*, přeskočí jiskra i při *B*, je-li druhá koule spojena s vodičem neb se zemí. Tím se vysvětluje takzvaná rána bočná, to jest rozvětvení a odskok blesku k sousedním vodičům. I když je hromosvod v dobrém stavu, mohou přece bočné rány způsobiti značné škody na budově. Stůjte zde některé doklady.

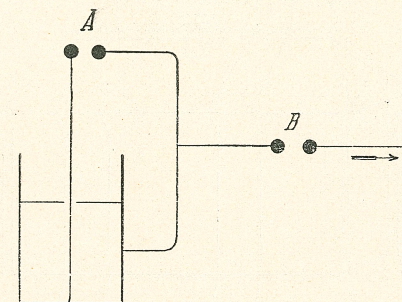
R. 1888 sjel v Hamburce blesk do domu a přeskočil s hromosvodu na 2 *m* daleko k železné troubě ležící na zemi.

R. 1890 odskočil v Drážďanech blesk s hromosvodu ke plynovodu proraziv zeď tlustou 0·75 *m*.

Téhož roku přeskočil blesk ve Frankfurtě n. M. s hromosvodu na vzdálenost 6 *m* k vodovodu.

Ve Vratislavi přeskočil r. 1887 blesk s hromosvodu k železné svítilně vzdálené od něho 2 *m*.

V žádném z uvedených případů nebyl hromosvod vodivě spojen s kovovými hmotami, k nimž blesk přeskočil. Má-li hromosvod budovu dokonale chránit, je nutno jej spojit se všemi většími kovovými hmotami budovy, jako vodovody, plynovody, traversami, odkapy, kovovými svítilnami atd. Jsou-li jednotlivé částky vodního neb plynového potrubí k sobě připo-



Obr. 30. Bočný výboj Leydenské lahve.

jeny látkami isolujícími, nutno části v místech těch vodivě spojit neb opatřit kovovou sítí. Nelze-li kovové hmoty připojit ke hromosvodu, nutno je od svodiče co nejvíce vzdálit.

V Neesen-ově spise „Die Blitzgefahr" sebráno 41 případů, kdy blesk přeskočil s hromosvodu na plynovod neb vodovod, jenž ke hromosvodu nebyl připojen.

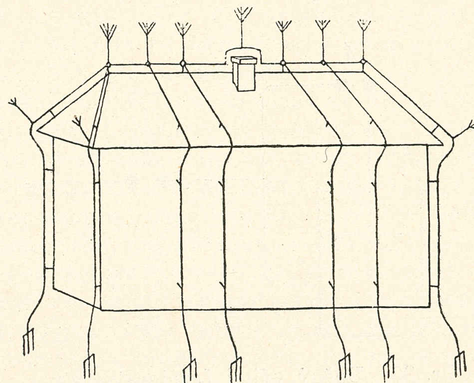
Elektroskop uvnitř kostky polepené staniolem nejeví ani nejmenší stopu elektřiny, byť na kostku přeskakovaly sebe silnější jiskry se svodiče elektriky. Podobný účinek by také jevila kostka zhotovená z kovové sítě, avšak drát by musil být tím tlustší, čím větší by byla oka sítě.

Vycházeje z této úvahy navrhl Melsens počet zachycovačů co možno, největší a od nich veliký počet

svodičů poměrně tenkých a spojených mezi sebou vodivě aspoň na střeše; zachycovač každý končí trsem hrotů. Také na všech rozích střechy, i tam, kde tato spočívá na zdech, umístěny zachycovače.

Takovýmto hromosvodem naznačeným schematicky v obr. 31 opatřil Melsens radnici v Brusselu.

Jsou li svodiče rozděleny souměrně podél budovy, jest ochrana budovy — jak professor Zenker do-



Obr. 31. Melsens-ova soustava hromosvodná.

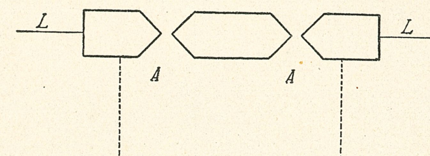
kázal — zvláště dokonalá, zamezujíc takto co nejúplněji odskočení blesku neb jeho části dovnitř budovy.

Nelze pochybovat, že soustava Melsens-ova je dokonalejší než dosud užívaná soustava Gay-Lussac-ova, ač i tato sestrojena bezvadně skýtá dostatečnou bezpečnost.

Je-li svodič někde přerušen, nechrání již hromosvod budovu, ano je pro ni nanejvýš nebezpečný, neboť mohou vzniknout, i když blesk do budovy neudeřil, za bouřky takové rozdíly napjetí, že nastane vyrovnání jiskrou neméně nebezpečnou než blesk sám. Proto se velice doporučuje občasná přehlídka hromosvodu a zkouška jeho vodivosti.

3. Rozváděč, podzemní to část hromosvodu, musí býti spojen se zemí tak, aby elektřina vyrovnávající se bleskem mohla bez odporu přejít do země. Na každé 2—3 zachycovače musí připadnout jeden svodič, jenž končí v zemi silnou kovovou deskou plochy nejméně 1 m^2 a ponořenou do vrstev bohatých vodou; není-li možno proniknouti k těmto vrstvám, nýbrž toliko k vrstvám vlhkým, nutno svodič v zemi rozvětvit a opatřit deskou každý jeho konec.

Dříve doporučované uložení desky do vrstvy uhlí se nyní zavrhuje, neboť dokázáno, že kov uložený ve vlhkém uhlí tvoří jaksi galvanický článek, v němž kov bere za své. Pro tutéž příčinu je dobře volit desku z téhož kovu, z jakého zhotoven svodič.



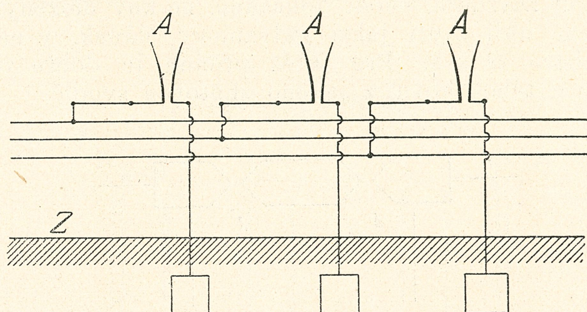
Obr. 32. Schema telefonní pojistky.

Je-li možno svésti svodič do rybníka neb do potoka, je to s velikou výhodou. Rozváděč je zbytečný tam, kde lze hromosvod připojiti k vodovodu nebo plynovodu, jehož části jsou spojeny olovem.

Telegrafní a telefonní stanice se chrání zvlášť jednoduchým přístrojem, jehož schema podává obr. 32. Proud nízkého napjetí přicházející drátem L nemůže mezi kovovými deskami při A utvořit jiskru, a jde tedy drátem A ke přístrojům. Proud vysokého napjetí (blesk) přeskočí téměř v plné síle z L přes A a A_1 na L_1, a toliko nepatrná jeho část volí cestu drátem A, jenž jest ostatně tak slabý, že jej silnější proud přepálí. Hranol mezi A a A_1 lze pak vodivě spojit se zemí.

Zvláště důležitá jest ochrana elektrického vedení, jedná-li se o proud vysokého napjetí. Zde uvedený princip bleskové pojistky nestačí. Pro taková vedení sestrojila zvláštní hromosvod firma Siemens a Halske,

jehož podstatu objasňuje obr. 33. Každý drát elektrického vedení je spojen se zemí drátem obsahujícím jiskřiště *A* utvořené z drátů, jimž dána podoba rohů. Uhodí-li do vedení blesk, utvoří se u *A* elektrický oblouk jako v obloukové lampě, jímž proud počne přecházet k zemi. Teplem, jež se tak vyvíjí, vznikne vzestupný pohyb vzduchu, jenž oblouk žene do výše, kde pro přílišnou vzdálenost drátů uhasne.



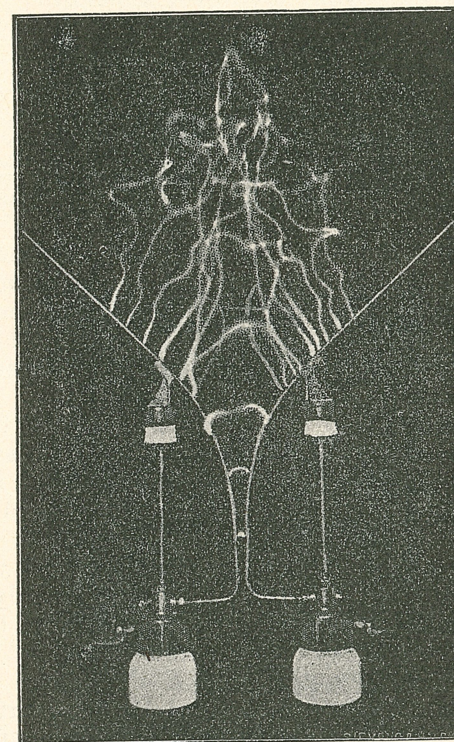
Obr. 33. Umístění hromosvodů soustavy Siemens-Halske.

Obr. 34 je reprodukce mžikového snímku případu, kde bylo v síti napjetí 10.000 Voltů.

Dne 9. června 1887 udeřil blesk do telegrafního úřadu ve Frankfurtě nad Odrou, a sjel po telegrafním vedení do úřadovny, v níž byl stůl s přístroji; asi 6 *m* od něho byl na zdi vodovod s litinovým odtokem, a k němu byla železným řetízkem připevněna zátka na ucpání otvoru, jímž odtékala voda. Pojednou ozářena úřadovna bleskem provázeným slabou ranou. Kotva Morse-ova psacího stroje klapla, ale blesk se nebral k desce v zemi, nýbrž přeskočil ke zmíněnému již řetízku, provrtal zátku a odešel vodovodem. Nato prohlédnuto spojení se zemí a shledáno, že deska nesahala až k vodonosným vrstvám.

V Otterstedt-u sjel r. 1890 blesk do větrného mlýnu opatřeného hromosvodem a zapálil jej. Zachycovač a svodič byl v pořádku, avšak rozváděč nesahal do mokrých vrstev.

Ve květnu 1889 zasáhl blesk ve Wannsee hromosvod na komíně strojovny; hromosvod byl připojen k vodovodu, jenž ještě nebyl úplně hotov; na plynovod připojen nebyl a zvláštní rozváděč neměl. Blesk zatřásl svodičem hromosvodu, ale nezpůsobil jiných škod.



Obr. 34. Výboj na hromosvodu soustavy Siemens-Halske.

Z uvedených zde případů patrno, že i hromosvod ne zcela bezvadný skýtá budově ochranu, ač ne bezpečnou. V dobrozdání, jež roku 1880 předložil H e l m h o l t z, K i r c h h o f f a S i e m e n s pruské akademii věd, čtem: „Že hromosvod racionelně sestrojený chrání

dovy ne-li naprosto, zajisté co nejvíc, to nám dotvrzuje zkušenost celého století tolika zaručenými fakty, že nových důkazů netřeba. Že byly často zasaženy bleskem i budovy hromosvodem opatřené, tím tvrzení toto není vyvráceno, poněvač téměř ve všech případech byl hromosvod chybně sestrojen, a poněvač i takový ne bezvadný hromosvod činí blesk pro budovu méně nebezpečným následkem částečného jeho svedení k zemi. O tom, která soustava hromosvodu je nejlepší a skýtá největší bezpečí, mohou být náhledy různé, avšak vědecký základ hromosvodu je zřejmý a bylo by chybou zříci se nepopiratelné jeho ochrany proto, že v podrobnostech o nejlepší jeho konstrukci nejsme sjednoceni.“

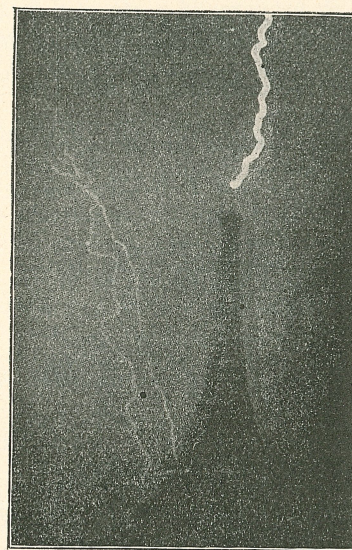
Na konec dlužno se zmínit ještě o ochraně, jakou skýtají budovám vysoké stromy vyhlašované se mnohých stran za přirozené hromosvody. Všeobecně lze tvrdit, že je dům poblíž vysokého stromu chráněn před bleskem tak málo, jako člověk, jenž se utekl pod strom za bouřky. O doklady není nouze.

Tak sděluje Landriani: „V Montevecchio stály u kostela dva vysoké jilmy, jež rozprostíraly své větve nad střechou kostela dotýkajíce se jí na mnoha místech. Během 17 let zaznamenána celá řada úderů blesku do tohoto chrámu. Ve Fontenée, letním to bydlišti Saussure-ově, byly dva vysoké stromy, jichž větve se částečně dotýkaly střechy, opatřeny hromosvody. Blesk udeřil jedenkrát do komína tohoto domu, ač byl nižší než oba hromosvody.“

Zvláště se v tomto ohledu doporučují topoly. Hess v letech 1878—1895 prozkoumal 10 úderů blesku do topolů, jež byly vysázeny v okolí Frauenfeldu na ochranu budov. V osmi z těchto desíti případů přeskočil blesk s topolu buď zcela neb částečně na budovu svěřenou jeho ochraně. V sedmi případech stály topoly 60—150 *cm* ode štítu domu. V jednom případě, kdy blesk po stromu skutečně sjel k zemi, stál topol v rohu budovy vzdálen ode zdi 5 *m* a od odkapu 4 *m*. V jiném pak případě, kdy blesk budovu nepoškodil, stál topol toliko $1^1/_2$ *m* od budovy a dotýkal se sotva

2 *m* nad zemí výběžku střechy, takže asi zde blesk sjel s topolu budovou k zemi. V obou případech, kdy zůstala budova nepoškozena, byly nejnižší větve vzdáleny od země a stromy plny listí.

Voss proto míní, že je topol budově neškodným, má-li listí a sahají-li jeho větve hluboko k zemi. Chránit mohou topoly budovu jen tehdy, jsou-li od ní všude vzdáleny přes 2 *m* a stojí-li na půdě vlhké. Aby však budovu chránily bezpečně, nutno vésti kolem střechy železný drát aspoň 12 mm^2 profilu a spojit jej jako obyčejný hromosvod vodivě se zemí, jinými slovy — opatřit budovu řádným hromosvodem.



Obr. 35. Úder blesku do Eiffel-ovy věže v Paříži.

Poznámky z oboru fysiky.

a) O síle a práci.

Působí-li na hmotu síla, udělí jí zrychlení. Vztah síly p ke hmotě m a zrychlení γ vyjadřuje pak rovnice

$$p = k \cdot m \cdot \gamma,$$

kde k je součinitel, jehož hodnota závisí na volbě jednotek.

Ve fysice je za jednotku volena ta síla, jež hmotě 1 grammu udělí zrychlení 1 *cm*, t. j. síla, jež hmotě 1 grammu udělí pohyb, jehož rychlost se každou vteřinu zvětšuje o 1 *cm*. Sílu tuto nazýváme dynou.

Síla, jež hmotě m grammů udělí zrychlení γ centimetrů, je pak

$$p = m \cdot \gamma \text{ dyn.}$$

Tíže zemská uděluje hmotám na povrchu země zrychlení

$$\gamma = 981 \; cm.$$

Síla, kterou zemská tíže působí na hmotu 1 grammu, volena rovněž za jednotku síly a slove gramm; je tedy

$$1 \text{ gramm} = 981 \text{ dyn.}$$

Gramm nazýváme praktickou, dynu absolutní jednotkou síly.

Posune-li síla 1 dyny hmotu podél dráhy 1 *cm*, vykonala práci, jež se nazývá absolutní jednotkou práce čili 1 erg; 1 million (10^6) ergů slove megaerg, a 10 megaergů se nazývá 1 Joule (*J*).

Práce je tedy násobek síly a dráhy; působí-li síla p podél dráhy s, vykoná práci $P = ps$.

V praxi jest jednotkou práce 1 *mkg* (metrkilogramm), to jest práce, kterou vykonáme vyzdvižením 1 *kg* do výšky 1 *m* (ve směru, v jakém působí tíže zemská); 1 *mkg* je tedy rovný 98,100.000 ergů.

Práce vykonaná za 1 vteřinu slove pracovním effektem. Absolutní jeho jednotkou je práce 1 ergu za vteřinu. V praxi užívá se jednotky 10^7kráte větší, t. j. práce 1 Joule (1 *J*) za vteřinu jež slove Watt (*W*.). Pro potřebu technickou

je však i tato — absolutní — jednotka malá, pročež se užívá jedničky 1000kráte větší, jež slove kilowatt (1 *KW*).

Za praktickou jednotku práce bereme t. zv. „práci (nesprávně: sílu) jednoho koně“, krátce 1 koně, jenž se rovná 75 *mkg* za vteřinu, a jejž značíme 1 *HP*; dle toho pak

$$1 \; HP = 75 \; mkg/\text{vt.} = 736 \,.\, 10^7 \text{ ergů/vt.} = 7360 \text{ megaergů/vt.} = 736 \; J/\text{vt.} = 0{\cdot}736 \; KW.$$

Rozjetý vlak jede dál, i když strojvoda zarazil páru. Vystřelená koule proráží dřevěné desky, boří zdi atd. Koule i rozjetý vlak jsou svojí rychlostí způsobilé konati práci; pravíme, že mají energii pohybu čili energii aktualnou. Hmota se v pohybu nezastaví dřív, dokud nevykoná práci, jež je tím větší, čím větší je hmota (*m*) a čtverec rychlosti (*c*), t. j. práci rovnající se $\frac{mc^2}{2}$, kterýžto výraz slove „živou prací“. Aktualná energie hmoty se rovná živé práci.

Vyzdvihnem-li hmotu p kilogrammů do výše s metrů, vykonali jsme práci ps metrkilogrammů. Práci tu získáme zpět, ponecháme-li hmotu samu sobě; hmota totiž klesne zpět, při čemž zase vykoná práci ps, kterou dříve jaksi v sobě nahromadila.

Voda ve mlýnské nádržce má, ač je v klidu, také energii; uvolníme-li jí dráhu, počne klesati k zemi konajíc práci. Pouhou změnou polohy koná nám tu voda práci. Pravíme proto, že má energii polohy čili energii potencialnou.

Zkroutíme-li pružinu, konáme práci; pružina však nabude potencialnou energii, jež se rovná vykonané práci.

* * *

Každé dva hmotné body m_1 a m_2 působí na sebe silou přímo úměrnou součinu jich hmot a nepřímo úměrnou čtverci jich vzdálenosti (r). Sílu tuto Newton nazval gravitací. Označíme-li ji písmenkou f, je

$$f = k \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

při čemž hodnota veličiny k závisí na volbě jednotek.

b) O elektřině statické.

Znamená-li m_1 a m_2 elektrické náboje dvou bodů a r jich vzdálenost, udává hořejší výraz také elektrickou sílu, kterou body ty na sebe působí, jak dokázal Coulomb. Je-li jeden náboj kladný, druhý záporný, je síla ta přitažlivá; jsou-li oba náboje kladné neb oba záporné, je síla ta odpudivá. Vo-

líme-li za jednotku náboje neboli množství elektřiny ten náboj, jenž na stejně veliký náboj ve vzdálenosti 1 *cm* působí silou 1 dyny, a píšeme-li, jak zvykem, místo m_1 a m_2 písmeny e_1 a e_2, jest elektrická síla mezi nimi

$$f=\frac{e_1 e_2}{r_2}.$$

Jednotku takto stanovenou nazýváme absolutní elektrostatickou jednotkou. V praxi se užívá jednotky 3.000,000.000kráte ($3 . 10^9$) větší, a tato jednotka slove 1 Coulomb. —

Příčinou zemské tíže je všeobecná gravitace. Představme si, že by země byla dokonalá koule, a mysleme si, že jest obklopena řadou soustředných kulových ploch, z nichž prvá od povrchu země a každá následující od obou sousedních je vzdálena 1 *m*; plochy tyto nazveme hladinami. Pošinem-li hmotu 1 *kg* s povrchu zemského do první hladiny — čili jak bychom řekli „zvednem-li ji o 1 *m* do výše“ -- vykonáme práci 1 *mkg*. Hmota pak nabude potencialnou energii, má gravitační potencial, nebo-li krátce potencial 1 *mkg*. Pošinem-li ji do hladiny druhé, nabude potencialu 2 *mkg*, do třetí 3 *mkg* atd.

Pošinem li však hmotu tu po povrchu prvé hladiny, potencial její se nemění.

Ponecháme-li hmotu onu samu sobě, počne se pohybovat, a sice nejkratší cestou od hladin vyššího potencialu ke hladinám potencialu nižšího.

Tíže zemské ubývá se vzdáleností, a proto se vzdálenost hladin stává čím dál tím větší, to jest čím dál od země, tím další musí býti dráha, abychom vykonali práci 1 *mkg*. Předpoklad stejně vzdálených hladin totiž nebyl správný.

Nazveme-li prostor, v němž je tíže zemská znatelná, zemským gravitačním polem, a sílu působící na jednotku hmoty jeho intensitou, vidíme, že nákresem hladin nabýváme přehled, jak se intensita pole mění. Čím těsněji při sobě leží hladiny, tím větší jest intensita pole.

Upustíme-li od představy, že je země pravidelná koule, přestanou také hladiny být koulemi, avšak přec bude jedna druhou obklopovat, neboť z definice hladin plyne, že se dvě hladiny nemohou nikde protínat; nemůžeť mít potencial v žádném bodě dvě hodnoty.

Hladiny by se staly ještě nepravidelnějšími, kdyby měsíc byl zemi blíže, a kdyby síla, kterou měsíc přitahuje hmoty, byla na povrchu zemském větší, a my při vyšetření potencialu musili přihlížet ke přitažlivé síle země i měsíce.

Síla, kterou působí tíže na jednotku hmoty, slove intensitou zemského gravitačního pole, a stojí kolmo na všechny hladiny. Považujem-li zemi za kouli dokonalou, pak jsou silokřivkami, to jest čarami udávajícími v každém bodě směr této síly, prodloužené zemské poloměry. Upustíme-li od této představy, přestanou hladiny být koulemi, a silokřivky, čáry kolmo je protínající, přestanou býti přímkami.

Myslem si dvě vodní nádržky oddělené od sebe hrází; v jedné stůj voda o 10 *m* výše než ve druhé. Povrchy vodní budou patrně plochami stejného potencialu, to jest hladinami (odtud jich název). Jedna hladina má potencial o 10 jednotek (*mkg*) vyšší než druhá; převedením totiž 1 *kg* vody z hladiny horní na hladinu spodní získáme práci 10 *mkg*. Spojíme-li vodivě obě nádrže, na př. troubou, obě hladiny se vyrovnají; nespojíme li je nijak, má voda přece snahu klesnouti s hladiny vyšší na hladinu nižší. Můžem si to představit, jakoby se obě hladiny snažily se sloučit. Rozdílem potencialů vzniká tedy na hráz tlak, nebo řekněme vzniká ve hrázi, jež sloučení tomu brání, napjetí. Je-li tento tlak, toto napjetí, jež jest úměrno rozdílu potencialů, dosti značné, protrhne hráz a hladiny se sloučí.

Dvě elektrické hmoty působí na sebe silou, jež se řídí, jak jsme viděli, zákonem Coulomb-ovým. Ze shody zákona toho se zákonem Newton-ovým soudíme, že se úkazy elektrického pole shodují s úkazy pole gravitačního.

Mysleme si vodivou kouli s nábojem záporným. Vzdalujem-li od ní množství elektřiny rovnající se kladné absolutní jednotce, konáme práci, jelikož tato kladná elektřina je kouli přitahována. Čím ji posunem dál, tím jsme jí udělili vyšší energii potencialnou, čili tím vyšší potencial. Koule sama bude ovšem hladinou, neboť byť i na vodiči vznikl rozdíl potencialů, proudila by ihned elektřina s bodů vyššího potencialu k bodům potencialu nižšího tak dlouho, až by nastalo vyrovnání. Ostatní hladiny jsou soustředné koule, a čím dál tím víc se vzdálenost sousedních hladin zvětšuje. Silokřivky pak jsou poloměry těchto koulí.

Stanovíme jednou pro vždy, že silokřivky jaksi vybíhají od bodů potencialu vyššího k bodům potencialu nižšího. Kdyby koule měla náboj kladný, konali bychom práci přibližováním kladné jednotky. Hladiny rozměr a tvar nezmění, jich potencial bude však tím vyšší, čím blíže leží vodiči, jenž sám má potencial nejvyšší.

Jako nullový bod na teploměru není nějakou absolutní tepelnou nullou, nýbrž pouze jediným libovolně stanoveným pevným bodem, jejž jsme zachytili v nekonečné řadě teplot za účelem měření rozdílů teploty, tak musíme získat nějaký bod pro posuzování el. potencialů. Proto obdobně kladem potencial země — ač má hodnotu značnou — za rovný nulle, považujíce zemi za neelektrickou. Nenastane-li spojením vodiče se zemí změna jeho elektrického stavu, pravíme pak též, že potencial tohoto vodiče je nulla, a náboj také nulla. Má-li spojení vodiče se zemí za následek pohyb elektřiny svodiče k zemi, pravíme, že vodič má potencial a náboj kladný;

má-li však spojení to za následek pohyb elektřiny od země k vodiči, má náboj a potencial záporný.

Také tu lze uvést obdobu s vodou. Hladině mořské připisujem absolutní výšku rovnou nulle, ač ovšem „výška" mořské hladiny na př. nade středem země je značná. Stalo se to také jen proto, abychom vůbec od něčeho mohli výšky na zemi měřit. Pak mluvíme o abs. výškách kladných a záporných (nadmořských a podmořských). (Také v historii čítáme roky od pevného jednoho bodu, roku narození Kristova, a čítáme je před a po Kristu, ačkoli čas sám je nekonečný).

Můžeme pak říci, že potencial hladiny rybníka je práce, kterou vynaložíme vyzdvižením 1 *kg* vody s hladiny nullové (mořské) na hladinu rybníka, neb práce, kterou opačným pohybem získáme.

Podobně také v našem elektrickém poli zemském jest elektrickým potencialem nějakého bodu ona práce, kterou vynaložíme, přenesem-li absolutní elektrostatickou jednotku kladné elektřiny se země do onoho bodu, nebo práce, kterou získáme převedením téhož množství elektřiny s bodu toho k zemi.

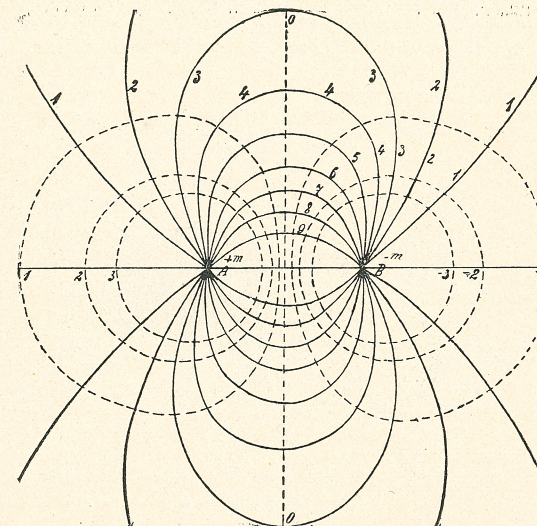
Dva body mají rozdíl potencialů rovný absolutní elektrostatické jednotce, vynaložíme-li neb získáme-li práci jednoho ergu převedením této jednotky s jednoho bodu do druhého. V praxi se užívá jednotka 300krát menší, jež slove 1 Volt.

Vyšetřme nyní elektrické pole dvou bodů, z nichž jeden má potencial kladný, druhý záporný. Sestrojíme-li hladiny obou tak, jakoby tu každý byl sám, obdržíme dvě soustavy kruhů. Poznamenejme kruhy číslicemi označujícími potencialy, tedy + 7, + 6, + 5 atd., a — 7, — 6, — 5 atd. Přenesem-li se země + 1 do průseku kruhů + 5, — 3, vykonáme vzhledem k prvému bodu práci + 5, vzhledem k druhému práci — 3, to jest získáme práci tří jednotek. Vykonali jsme tedy celkem práci + 2. Bod ten leží na hladině + 2, jež prochází také průseky + 6, — 4, + 7, — 5 atd. Tak sestrojen obr. 36. Sestrojíme-li ještě soustavu křivek protínajících kolmo všechny hladiny, totiž silokřivek, udávají nám tyto v každém bodě směr síly elektrického pole. V našem obraze jsou hladiny tečkovány.

Silokřivky magnetického pole lze demonstrovat železnými pilinami. Položíme-li na magnet skleněnou desku a nasypeme-li na ni něco železných pilin, seřadí se tyto v čáry, jež směřují většinou v oblouku od severního pólu k jižnímu, obraz to silového pole magnetického.

Podobně lze také ukázati silokřivky elektrické pomocí chininu. V kádince umístíme totiž v jisté vzdálenosti dvě kovové koule spojené se svodiči elektriky, a kádinku naplníme terpentinovým olejem, do něhož nasypeme chininu, načež dobře zamícháme, aby se chinin v kapalině rozdělil stejnoměrně. Uvedeme-li elektriku v činnost, seřadí se chininové krystallky ve směrech silokřivek.

Z nekonečného počtu silokřivek, které vyplňují el. pole, můžem si jich vybrat jen tolik, aby počet silokřivek procházejících kolmo 1 cm^2 udával intensitu el. pole. Za tím účelem si mysleme v bodě *O* kladný náboj a opišme kolem *O* kouli poloměru 1 *cm.* V každém bodě povrchu bude dle Coulomb-ova zákona intensita pole rovná 1 dyně. Musíme tedy počet silokřivek vychá-



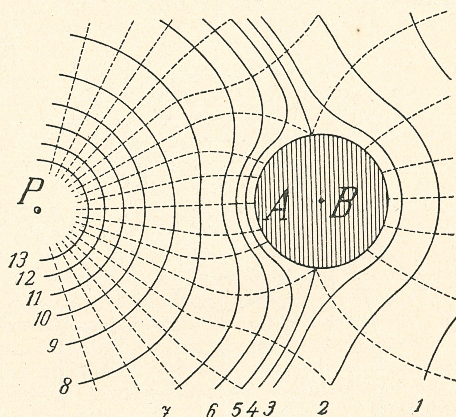
Obr. 36. Elektrické pole dvou bodů, z nichž jeden má náboj + *m*, druhý — *m*.

zejících z *O* volit a v prostoru stejnoměrně rozdělit tak, aby každým cm^2 povrchu procházela jedna. Povrch oné koule 1 *cm* poloměru činí $4\pi\, cm^2$; musí tedy vycházeti z bodu *O* 4π silokřivek. Kdyby byl v bodě *O* náboj *m*, bude intensita el. pole všude *m*krát větší, a celkový počet silokřivek $4\pi m$.

Dejme tomu, že náboj toho bodu obnáší 7 jednotek; pak musíme v prostoru stejnoměrně rozděliti $4\pi\ 7 = 88$ silokřivek. Opíšeme pak kolem bodu libovolnou kouli, jeden z průměrů rozdělíme třeba na 11 stejných dílů, a dělicími body položíme kolmo na průměr roviny, jež povrch rozdělí na 11 stejných dílů. Konečnými body průměru vedem 8 stejně od sebe vzdálených hlavních kruhů, čímž se povrch rozdělí na 88 dílů; středem každého vedeme poloměr, totiž silokřivku. Takové el. pole dvou malých koulí, jichž vzdálenost proti poloměru je dosti značná, tedy na př. dvou isolovaných koulí, z nichž

třením jedna nabyla potencial +, druhá —, znázorňuje nám obrázek č. 36. Většina silokřivek tu obě koule spojuje. Silokřivky nám znázorňují síly působící v el. poli. Koule jsou přitahovány, elektřina puzena z koule kladné k záporné.

Spojíme-li obě koule vodivě, přejde tolik elektřiny s jedné na druhou, až se potencialy vyrovnají, a obě koule i s drátem utvoří jedinou hladinu. Nespojíme-li je, vznikne v okolním dielektriku, totiž v isolatoru oddělujícím a obklopujícím obě koule — ve vzduchu — napjetí; dosáhne-li napjetí to značné výše, neodolá dielektrikum tlaku, nýbrž protrhne se. Práce, kterou



Obr. 37. Elektrické pole jednoho bodu s isolovaným vodičem.

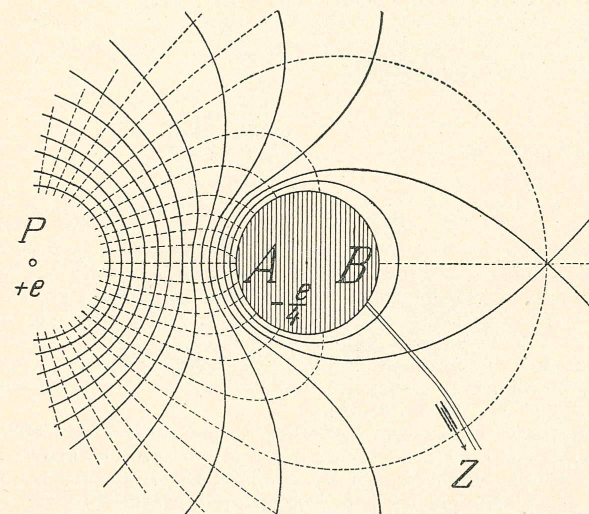
vykonaly elektrické síly proražením dielektrika, promění se v teplo, vznikne el. jiskra a vyrovnání potencialů. Obdoba se dvěma nádržkami oddělenými hrází, jak vypsáno výše, jest jak patrno úplná.

Bod *P* měj náboj kladný, hladiny jsou kruhy, silokřivky přímky, jak je vidíme neporušené v obr. 37 mezi číslicemi 13—10. (V obraze tomto a v následujícím jsou hladiny vytaženy plně a silokřivky tečkovány.) Do elektrického pole vložme neelektrický vodič *AB*, jehož náboj odpovídá potencialu θ. Vodič ten seče řada hladin, a na straně *A* vznikne potencial vyšší nežli v *B*. Jelikož je koule *AB* vodivá, přejde část elektřiny z *A* do *B* a potencial v levé polovici klesne, v pravé vystoupne; celá koule tím nabude téhož potencialu, jenž leží mezi krajními hodnotami v *A* a *B*. Hladina ležící skoro uprostřed mezi hladinami, jež procházely body *A* a *B*, obklopí celou kouli; ostatní hladiny se uhnou na levo a na pravo, takže při *A* a *B*

leží nyní hladiny těsněji pohromadě. **Intensita pole se tu zvýšila**, a řada silokřivek musila současně změniti svůj směr. Při *A* přibylo silokřivek vstupujících do vodiče, v *B* přibylo silokřivek vodič opouštějících.

Celý vodič měl náboj odpovídající potencialu θ, elektřina však přešla z *A* do *B*, a má tedy strana *A* náboj záporný, *B* kladný, jak to také dokazuje přírostek silokřivek v těch místech.

Že nicméně vodič má potencial kladný, v našem případě $=4$,



Obr. 38. Elektrické pole jednoho bodu s vodičem spojeným se zemí.

o tom se přesvědčíme spojíme-li jej drátem se zemí (obr. 38). Část elektřiny tu pak odejde k zemi, potencial klesne na θ, a hladiny vyšší než θ se stěsnají mezi *P* a *A*; intensita el. pole se tu opět zvýší, silokřivky z *B* zmizí, vodič má nyní méně elektřiny než měl původně — má náboj záporný.

Úkaz tu popsaný nazýváme elektrickou **indukcí** neb **influencí**; její podstata je změna el. pole vodiče poblíž jiného vodiče, což má za následek jiné rozdělení náboje; též gravitační pole naší země se mění vlivem gravitačního pole měsíce, čehož následkem jest jiné rozdělení vod, a to pak — následkem točení se země — způsobuje příliv a odliv.

Kdykoli na vodiči vznikne neb zanikne náboj, nastane indukci ve všech okolních vodičích pohyb elektřiny.

Sahá-li ve dvou nádobách voda do téže výšky, mají hladiny v obou nádobách týž potencial; proto však ještě nemusí obsahovati stejně mnoho vody. Abych potencial zvýšil o jednotku, nemusím tam přilíti také stejně mnoho vody. Kolik vody tu třeba, to závisí na velikosti a tvaru nádob, mohli bychom říci na jich kapacitě.

Rovněž nevyžadují všechna tělesa téhož množství elektřiny, aby se jejich potencial zvýšil o jednotku. Množství elektřiny, jehož je třeba, aby nějaký vodič zvýšil svůj potencial o jednotku, slove elektrickou kapacitou onoho vodiče. Sdělíme-li vodiči náboj 50 (Q) jednotek, a on tím nabude potencialu 10 (V) jednotek — to jest vlastně on zvýší svůj potencial o 10 (V) jednotek — jest jeho kapacita

$$C\left(=\frac{50}{10}\right)=\frac{Q}{V},$$

a naopak jeho náboj

$$Q=C\,.\,V,$$

čili náboj vodiče (Q) je součin z kapacit (C) a potencialu (V). Z toho také plyne, že se kapacita vodiče rovná jednotce, zvýší-li se jeho potencial o jednotku, zvýšíme-li náboj o jednotku. Volíme-li místo absolutní jednotky Volt a Coulomb, obdržíme praktickou jednotku kapacity, jež slove Farad (F). Vodič má tedy kapacitu 1 F, zvýší-li se jeho potencial o 1 V, zvýšíme-li náboj o 1 C.

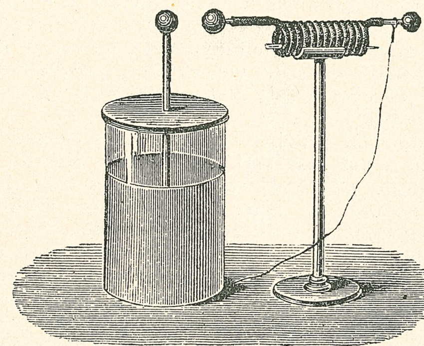
Pro praxi je farad jednička příliš veliká; užíváme proto jedničky millionkrát menší, jež slove mikrofarad. Kapacita země obnáší asi 700 mikrofarad.

Spojíme-li dobře isolovanou kovovou desku s citlivým elektroskopem a sdělíme jí kladný náboj, pozlátka elektroskopu se rozestoupí. Přiblížíme-li se k desce té jinou deskou kovovou, jež je spojena se zemí, sklesnou pozlátka tím víc, čím víc se desky sblíží, z čehož soudíme, že potencial prvé desky klesá; jelikož se však náboj nemění, je patrno, že kapacita její stoupá. Upevníme-li desku druhou, k zemi odvedenou, a vložíme-li mezi obě vložku slídovou nebo skleněnou, tedy pozlátka opět sklesnou, to jest kapacita se zvětší.

Elektrická kapacita vodiče tedy nezávisí pouze na jeho velikosti a tvaru, nýbrž i na sousedních vodičích a isolatorech. Že se intensita el. pole (vyjma prostor mezi oběma deskami) přítomností vodiče spojeného se zemí sníží, to nás nepřekvapuje; vždyť se deska ta stala záporně elektrickou. Že se mění také se změnou dielektrika, je důkazem, že elektřina působí do dálky prostřednictvím dielektrika.

Přidáme-li ke kovové desce jinou, spojenou se zemí a od prvé dobře isolovanou, zvýšíme její kapacitu tím víc, čím více k sobě obě desky přiblížíme. Tak vznikají hustiče čili kondensatory, jakými jsou Franklinova deska a Leydenská lahev.

Vybijem-li Leydenskou lahev (obr. 39) několika závity drátu a vložíme-li do nich ocelovou jehlici, očekávali bychom dle známého Ampère-ova pravidla, kdykoli je vnitřní polep + el., že se ten konec drátu, jenž směřuje k lahvi, stane pólem jižním, druhý severním. Provedem-li však pokus několikrát po sobě, přesvědčíme se, že někdy tomu tak bude, někdy však ne. Z toho soudil Henry již v letech dvacátých minulého století, že jiskra kondensatorů jest oscillatorní, že totiž během nepatrné doby přeskočí mnohonásobně sem a tam.



Obr. 39. Vybití Leydenské lahve pomocí solenoidu.

Nabijem-li několikrát po sobě Leydenskou lahev, a sice na př. vnitřní polep vždy kladně, a vybijeme-li ji jedinou jiskrou, shledáme, že si polepy část náboje uchovaly. Zkoumáme-li znaménko zbylého náboje, shledáme, že vnitřní polep je někdy kladný, někdy záporný, což je důkazem, že výboj není jednoduchý, nýbrž že potencial polepu během výboje znaménko mění, že je výboj střídavý, oscillatorní, skládaje se vlastně z několika výbojů směru střídavého.

Feddersen fotografoval jiskru pomocí rychle se otáčejícího zrcadla a rozložil ji takto v řadu jednotlivých výbojů. Později pak dovodili téměř současně Thomson a Kirchhoff, že jiskra kondensatorů jest oscillatorní, a že čtverec její periody, doby totiž, jež uplyne mezi dvěma po sobě jdoucími částečnými výboji, jest úměrný součinu z kapacity a koefficientu samoindukce (viz str. 183).

Analogii skýtá spojitá nádoba uzavřená dole kohoutkem. Sahá-li v ní voda v rameni A výše nežli v B — má-li totiž hladina v A vyšší potencial než v B — a otevřem-li kohoutek,

nastane klid hladin teprv po delším jich kolísání. Označíme-li hladinu, na níž se voda v obou ramenech konečně ustálí, nullou, byla původně hladina v $A+$, v $B-$; otevřem-li kohoutek, klesne v A pod nullu, pak tomu bude naopak atd. Toto chvění hladin způsobí v okolním vzduchu pohyb vlnivý, vlny akustické, které ovšem pro jich malý počet neuslyšíme.

V jiskře leydenské lahve bývá 10—20 oscillací. Lahev velikosti asi $1^1/_2$ *l*, kterou vybijem vybíječem, dává oscillace, jichž perioda jest asi $\frac{1}{10^7}$ vteřiny, takže celý výboj trvá $\frac{1}{10^6}$—$\frac{2}{10^6}$ vt. Při tom mění potencialy polepů znaménko 10—20krát, a rovněž tolik změn potencialu musí nastati v el. poli, což má za následek, že mezi blízkými vodiči přeskakují jiskry. Tyndall pozoroval při silných výbojích leydenské lahve, že mezi dvěma klíči, ať je umístil kdekoli ve světnici, přeskakovaly jiskry, ano i tapety, jež obsahovaly zlato, zazářily nesčetným počtem elektrických jisker.

Jako oscillacemi pružiny vznikají vlny ve vzduchu obklopujícím pružinu, tak vznikají oscillatorní jiskrou vlny elektrické v okolním dielektriku; vlny ty se šíří, jak dokázal Maxwell počtem a Hertz pokusem, rychlostí $3 . 10^5$ (300.000) *km* za vteřinu, tedy rychlostí světla.

Hertz dále dokázal, že elektrické vlny mají tytéž vlastnosti jako vlny světelné; lišíť se od nich jen svojí délkou. Délka vlny je délka, o kterou za dobu jedné oscillace postoupí vlnivý pohyb v před, a rovná se tudíž rychlosti násobené dobou oscillace. Vznikají tedy výbojem výše uvedené lahve v dielektriku vlny, jichž délka λ je

$$\lambda = 3 . 10^5 \times \frac{1}{10^7} = \frac{3}{10^2} km,$$

to jest 30 *m*.

Zmenšíme-li kapacitu, zkrátí se vlna. Vezmem-li místo Leydenské lahve dvě malé koule, jež nabijeme elektrikou, obnáší délka vlny jen několik *cm*.

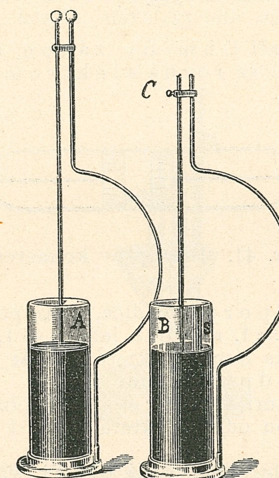
Lodge udal způsob, jak lze existenci těchto vln snadno dokázat. V obr. 40 vidíme dvě Leydenské lahve. Kapacitu lahve *B* lze měnit pohyblivým mosazným špalíčkem *c*. Mají-li obě lahve stejný tvar a kapacitu, vysílají svojí jiskrou do prostředí je obklopujícího stejné vlny. Lahve jsou pak, jak pravíme, stejně „naladěny“. Nabijem-li lahev *A* a vybijem-li ji jiskrou, vznikne jiskra i v jiskřišti *S* druhé nenabité lahve. Zvětšíme-li kapacitu lahve *A* tím, že ke přímému i ohnutému drátu připevníme listy staniolu — „rozladíme-li“ lahve — uhasne jiskra lahve druhé; zvýšíme-li však potom i její kapacitu pošinutím špalíčku, objeví se jiskra opět.

Vložíme-li do skleněné trubičky mezi dvě kovové desky něco kovových pilin a spojíme-li desky se článkem a el. zvonkem, nezvoní tento; jestiť odpor pilin příliš veliký. Do-

padne-li na tuto trubičku, jež se zove kohaerer, elektrická vlna, roztaví a staví se mikroskopickými jiskrami piliny poněkud mezi sebou, odpor jich se zmenší a zvonek zazní. Klepnem-li na kohaerer, rozpadnou se opět piliny a proud se přeruší.

c) O elektrickém proudu.

Ponoříme-li do kapaliny dva kovy, na př. měď a zinek, vznikne mezi oběma rozdíl potencialů; měď nabude potencial



Obr. 40. Lodge-ovy Leydenské lahve.

kladný, zinek záporný. Spojíme-li oba kovy drátem, jest elektřina vzniklým rozdílem potencialů — neboli vzniklou elektromotorickou silou — puzena z mědi k zinku. Jelikož se chemickým pochodem v kapalině rozdíl potencialů udržuje, udržuje se také po jistou dobu pohyb elektřiny v drátě, čili vzniká trvalý proud.

Elektromotorickou sílu *e* čili rozdíl potencialů měříme Volty. Množství elektřiny, jež projde kterýmkoli průřezem drátu za vteřinu, nazýváme intesitou (*i*) proudu.

Projde-li za vteřinu každým průřezem vodiče množství elektřiny rovnající se 1 Coulombu, pravíme, že intensita proudu jest 1 Ampèr.

Jsou-li potencialy na koncích nějakého drátu v a v_1, tedy síla, jež elektřinu drátem pudí, $e = v - v_1$, vznikne proud, jehož

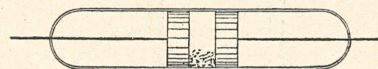
intensita je přímo úměrná e, průřezu drátu ω, a nepřímo úměrná délce drátu d; platí tedy vztah

$$i = K_1 \frac{e \cdot \omega}{d} = \frac{e}{\frac{1}{K^1} \frac{d}{\omega}}.$$

Jmenovatel tohoto zlomku, totiž výraz $\frac{d}{K^1 \omega}$, označujem písmenem r a nazýváme odporem proudu; tedy

$$i = \frac{e}{r}.$$

Výraz tento značí Ohm-ův zákon, jenž praví, že intensita proudu se rovná elektromotorické jeho



Obr. 41. Branly-ův kohaerer.

síle dělené odporem vodiče, jímž proud ten prochází. Je-li délka drátu $d = 1$, a průřez jeho $\omega = 1$, pak odpor drátu toho závisí pouze na látce, ze které je drát zhotoven, a slove specifickým odporem oné látky.

Je-li elektromotorická síla $e = 1$ Volt a intensita $i = 1$ Ampèr, jest r jednotkou odporu, která slove 1 Ohm a označuje se 1 Ω.

Proud přemáhaje odpor koná práci. Pošinem-li jednotku množství elektřiny z hladiny v_1 do hladiny v_2, vykonáme práci $(v_1 - v_2)$ ergů; jsou-li jednotky absolutní, vznikne pošinutím množství elektřiny q práce

$$P = q \cdot (v_1 - v_2) = q \cdot e \text{ ergů}.$$

Je-li q jednotka (1 Coulomb) a e jednotka (1 Volt), jest jednotkou i práce P, a nazývá se 1 Voltcoulomb; pracovní effekt čili práce za vteřinu je pak 1 Voltampère čili 1 Watt. Všeobecně

$$P = i \cdot e \text{ Wattů}$$

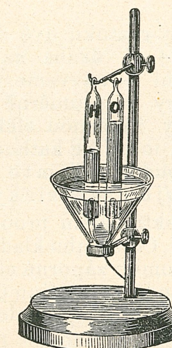
1 Watt je tedy $\frac{1}{300} \cdot 3 \cdot 10^9 = 10^7$ ergů, a jelikož — jak jsme dříve viděli — je 736 W = 75 mkg = 1 HP, je tedy 1 kilowatt = 102 mkg.

Promění li se 424 mkg v teplo, povstane 1000 malých kalorií (grammkalorií) čili 1 velká (obyčejná) kalorie tepla, množství to tepla, jež 1000 g vody zahřeje o 1^0 C. Dá tedy 1 W

při své přeměně v teplo 0·24 malých kalorií, neboli 1 KW dá 0·24 velkých kalorií. Práce elektrického proudu o intensitě i Ampèrů a elektromotorické síle e Voltů za dobu t vteřin tedy obnáší $P = e \cdot i \cdot t = r \cdot i^2 \, t$ Wattů = 0·24 $e \cdot i \cdot t$ kalorií.

d) O elektrolysi.

Naplníme-li elektrolytický přístroj (obr. 42) rozředěnou kyselinou sírovou, a spojíme-li jednu jeho platinovou destičku čili elektrodu s kladným, druhou se záporným pólem, nastane, jak známo, rozklad vody. Na kladné elektrodě čili anodě se nám vyloučí kyslík, na elektrodě záporné čili kathodě



Obr. 42. Elektrolytický přístroj.

vodík. Naplníme-li přístroj ten roztokem soli, vyloučí se na anodě kyselina, na kathodě kov. Hmota, kterou proudem rozkládáme, slove elektrolyt, a její součásti, jež se na elektrodách vyloučily, slovou ionty, a sice anion (kyslík, kyselina) a kathion (vodík, kov).

Proud intensity 1 Ampèru vyloučí za minutu, jak dokázáno přesnými pokusy, 0·6216 mg vodíku, 19·69 mg mědi, 67·1 mg stříbra atd.; váhy tyto jsou v poměru 1 : 31·6 : 107·7 atd. a slovou ekvivalentními. Prochází-li týž proud několika elektrolytickými přístroji, rozloží v každém tím víc elektrolytu, čím déle působí a čím větší jest intensita proudu; váhy vyloučených iontů pak jsou v poměru ekvivalentních vah.

Ionty se vylučují toliko na elektrodách; v ostatním prostoru zůstává elektrolyt nezměněn. Úkaz ten se pokusil vysvětlit Grotthus, Faraday vysvětlení jeho přijal, a Clausius a hlavně Arrhenius doplnili theorii obou tak, že nyní ne-

12*

nuceně vysvětluje všechny úkazy. Dle náhledu toho se každá molekula složené hmoty skládá ze dvou částí, z nichž jedna má náboj kladný, druhá stejně veliký náboj záporný, takže molekula sama je neelektrická. Tak skládá se na př. molekula kuchynské soli (chlórid sodnatý NaCl) z kladně elektrického sodíku (+ Na) a záporně elektrického chlóru (— Cl), molekula $CuSO_4$ pak z + Cu a z — SO_4 atd.

Rozpustíme-li jednu z těchto hmot — na př. NaCl — ve vodě, nastává částečně dissociace, to jest vedle neelektrických molekul obsahuje roztok také kladně elektrické atomy Na a záporně elektrické atomy Cl. Molekuly i atomy roztoku jsou jako ve skupenství plynném v prudkém pohybu, mezi molekulami a atomy nastávají časté nárazy, molekuly se rozpadají v atomy a jiné se pak z atomů tvoří, takže celkový počet volných atomů zůstává nezměněn.

Vložme do takového roztoku dvě desky, z nichž se jedna udržuje na potencialu + *V*, druhá na — *V*. Pak se elektrické součástky molekul — nazveme je ionty — přestanou pohybovati všemi směry v průměrně stejném počtu, neboť kladné jsou přitahovány zápornou elektrodou a naopak; nastane tu pohyb kladných iontů ke kathodě a záporných k anodě, kde svého náboje pozbudou. Tímto pohybem iontů se v elektrolytu udržuje elektrický proud.

Prochází-li tedy elektrolytem proud 1 Ampèru, přenesou kladné ionty za vteřinu ½ Coulombu kladné elektřiny ke kathodě, a ionty záporné ½ Coulombu záporné elektřiny k anodě. Proud 1 Amp. vyloučí na kathodě za vteřinu 0·01036 *mg* vodíku, jenž kathodě odstoupí svůj náboj ½ Coulombu. Má tedy každý 1 gramm vodíku náboj

$$\frac{1000}{2 \times 0{\cdot}01036} = 48260 \text{ Coulombů};$$

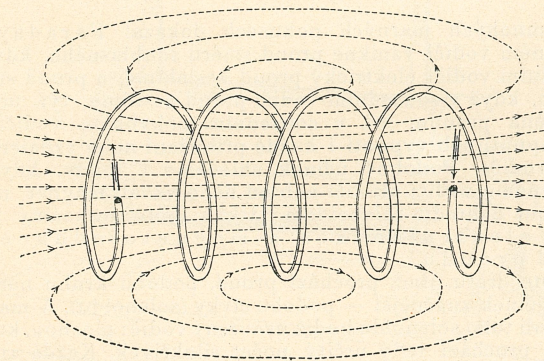
týž náboj má 31·6 *g* mědi, 107·7 *g* stříbra atd., a jelikož lze z jistých tepelných úkazů soudit i na velikost atomů, možno udat i jich elektrický náboj. Jestliže však proud 1 Amp. nežene za vteřinu ½ Coulombu kladné elektřiny ke kathodě a ½ Coulombu záporné elektřiny k anodě, nýbrž 1 Coulomb kladné elektřiny k anodě, je náboj 1 *g* vodíkových iontů 96.520 Coulombů.

e) O elektromagnetismu.

Postavíme-li magnetku tak, aby její magnetická osa byla rovnoběžná s drátem, postaví se jehla kolmo na směr drátu, jakmile jím prochází proud, a to tak, že se její severní pól odchýlí k levé ruce osoby, kterou si myslíme, že pluje směrem troudu a hledí na magnetku. Vzniká tedy kolem proudu magneické pole, jehož silokřivky mají směr kolmý na směr proudu.

Vedem-li drát, jímž prochází proud 15—25 Ampèrů, kolmo skleněnou deskou a posypem-li desku pilinami, seřadí se piliny v soustředné kruhy, jichž středy leží v ose drátu. Silokřivky vzniklého magnetického pole jsou tedy soustředné kruhy.

Utvořme si z drátu solenoid, spiralu to, jejíž osa je přímka, a nakresleme silokřivky sousedních dvou závitů tak, aby se uprostřed mezi oběma závity setkaly; tu setkají se směry protivnými, to jest ruší se a splynou v silokřivku jedinou obklopující oba závity. Je-li závitů několik, obdržíme patrně obraz č. 43. Obraz ten se podobá silovému poli přímého



Obr. 43. Silokřivky solenoidu.

magnetu. Skutečně pak působí takový solenoid jako magnet, pravý konec jako pól severní, levý jako jižní. Silokřivky uvnitř solenoidové cívky jsou rovnoběžné a stejně od sebe vzdálené, a magnetické pole je stejnorodé; sílu jeho vyjadřujem počtem silokřivek kolmo protínujících 1 cm^2 průřezu. Intensita ta (*f*) — jak lze dokázat počtem i pokusem — činí

$$f = \frac{4\pi}{10} ni;$$

$$\text{čili přibližně } f = \frac{5}{4} ni,$$

kde *i* znamená intensitu proudu v Ampèrech, *n* počet závitů připadající na 1 *cm* osy; součin *ni* slove počet ampérových závitů.

Prochází-li tedy na př. cívkou proud 4 Amp. a připadá-li na 1 *cm* osy 5 závitů, je počet ampérových závitů 20 a intensita pole 25, což znamená, že tu na jedničku magnetického množství působí síla 25 dyn, a každým 1 *cm* že prochází 25 silokřivek.

Vložíme-li do solenoidu tyč z měkkého železa, zvýší se značně intensita magnetického pole; na 1 cm^2 připadne pak asi 15.000 silokřivek. Pravíme pak, že se železo stalo magnetickým. Přerušíme-li proud, pozbude tyč svého magnetismu, avšak ne úplně. Část magnetismu, kterou po přerušení proudu tyč ještě podrží, slove magnetismus remanentní, dříve „magnetické residuum". Tyč ocelová však podrží po přerušení proudu magnetismus téměř veškerý. Také nikl, kobalt, čedič atd. stávají se magnetickými, ač v míře nepatrné.

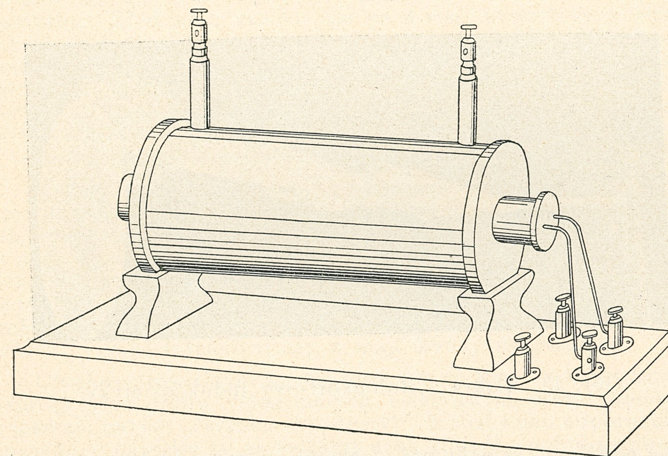
f) O elektrické indukci.

Po mnohých marných pokusech dokázal Faraday, že v uzavřeném vodiči vznikne proud směru souhlasného, kdykoli v sousedním vodiči elektrický proud zeslabíme, a proud směru opačného, když v sousedním vodiči proud zesílíme; týž účinek jako změna proudu, má v sousedním nehybném vodiči též každé zapnutí neb vypnutí i každé přiblížení nebo vzdálení takového vodiče. Podobný účinek shledáme i tehdy, když se k uzavřenému vodiči přiblíží neb od něho vzdálí magnet, neboť lze magnet nahradit solenoidem. Úkaz tento je známý pode jmenem elektroindukce a magnetoindukce čili buzení proudu.

Dejme drátu, jímž prochází proud, podobu kruhu nebo — aby byl účinek značnější — podobu cívky (solenoidu). V magnetickém poli toho solenoidu budiž uzavřený vodič; plochou, kterou omezuje, prochází tedy určitý počet silokřivek. Každá změna vzájemné polohy neb intensity proudu změní počet silokřivek procházejících plochou uzavřeného vodiče. Bylo dokázáno pokusy, že elektromotorická síla indukovaného proudu je tím vyšší, čím rychleji se mění počet silokřivek v ploše omezené uzavřeným vodičem, ať vlivem proudu nebo magnetu. Zvětšuje-li se v ploše té počet silokřivek, obíhá vzbuzený proud opačným směrem, zmenšuje-li se, týmže směrem jako ručička hodinek, hledíme-li na ni směrem silokřivek, jež vycházejí ze severního pólu a směřují k jižnímu. (Maxwell-ovo pravidlo.) Při uzavření proudu vzniká magnetické pole, tedy silokřivky ze severního pólu jaksi vyšlehnou; při přerušení neb zeslabení proudu pak silokřivky všechny nebo část jich zanikne, jakoby byly nazpět vtaženy do severního pólu.

Abychom získali velikou elektromotorickou sílu indukovaného proudu, sestrojeny indukční cívky, jež se skládají ze dvou do sebe zastrčených solenoidů (cívek). Cívka vnitřní obsahuje jednu nebo dvě vrstvy závitů dobře isolovaného tlustého drátu, jehož odpor je malý, takže se drát silným proudem příliš nezahřeje. Tím nabudeme velikého počtu ampérových závitů a tedy velmi intensivního magnetického pole, jež se ještě zesilí vloženým do cívky měkkým železem, t. zv. jádrem. Zvláštní přístroj — přerušovač či interruptor — přerušuje a uzavírá rychle za sebou proud. Cívka vnější pak obsahuje tisíce závitů drátu velmi tenkého a výborně isolovaného. Jelikož změnou magnetického pole v každém závitu vnitřní cívky vznikne elektromotorická síla, lze takovými přístroji dosáhnout indukovaných proudů, jichž elektromotorická síla obnáší statisíce Voltů. V obr. 44 vidíme tak zvanou cívku Ruhmkorff-ovu, v obr 45 pak jiskru, jakou přístroj ten dává.

Změníme-li intensitu proudu v cívce vnitřní (primérní), nevznikají indukované proudy pouze v cívce vnější

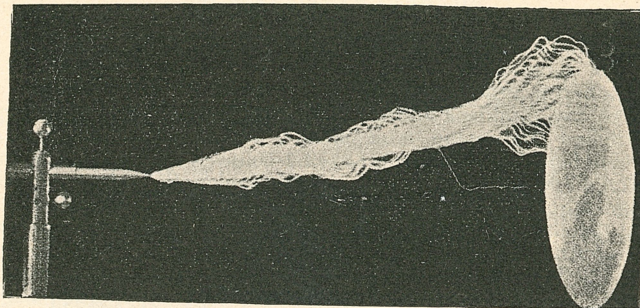


Obr. 44. Ruhmkorff-ova indukční cívka.

(sekundérní), nýbrž také v cívce primérní. Úkaz ten slove samoindukcí, a proudy vznikající v primérní cívce proudy zvláštními. Změní-li se za dobu t intensita primérního proudu, z i_1 na i_2, nazýváme $C = \frac{i_1 - i_2}{t}$ rychlostí změny intensity. Elektromotorická síla E proudu zvláštního je pak úměrná této rychlosti ($E = k \, . \, C$); veličina k slove koefficientem samoindukce. Změní-li se intensita primérního proudu za 1 vteřinu o 1 Amp. a vznikne-li tím samoindukcí elektromotorická síla 1 Volt, je též $k = 1$. Takto definovaná jednička koefficientu samoindukce slove 1 Henry.

Koefficient samoindukce závisí na tvaru vodiče. U přímého drátu na př. je nepatrný; smotáme-li však týž drát v kruh nebo dokonce v cívku, nabude hned jeho koefficient značnou hodnotu.

Uzavíráme-li ve primérní cívce proud, roste jeho intensita pozvolna z nully na plnou hodnotu, kdežto při přerušení klesne téměř okamžitě na nullu; proto mají proudy indukované v sekundérní cívce přerušením mnohem větší elektromotorickou sílu než indukované při uzavření, jmenovitě odstraníme-li proudy zvláštní vznikající při přerušení. Za tím účelem vložen do podstavce cívky kondensator, Franklinova to deska zhotovená z voskovaného tafetu polepeného na obou stranách staniolem; kondensator je v podstavci složen, jednotlivé jeho vrstvy od



Obr. 45. Jiskra z Ruhmkorf-ovy indukční cívky.

sebe odděleny skleněnými deskami, a konce drátu primérní cívky jsou spojeny s oběma polepy kondensatoru, do kterého se proud zvláštní vybíjí. Tím se zamezí delší trvání jiskry v přerušovači, přerušení se stává úsečným a elektromotorická síla indukovaného proudu značnou.

Spojíme-li konce drátu cívky sekundérní s vybíječem dostatečně roztaženým, přeskakuje v něm jiskra, avšak jen při přerušení proudu; při uzavření jest elektrohybná síla příliš malá. Můžem tedy mluvit o kladném a záporném pólu cívky, o jeho anodě a kathodě.

g) O theorii iontů.

Plücker chtěje studovat el. výboj ve zředěných plynech, dal si zhotovit Geisslerem skleněné trubice, do nichž byly na obou koncích zataveny platinové dráty, elektrody, trubice naplněny zředěnými plyny a zataveny nebo zařízeny ak, že je lze připojit k vývěvě a vzduch neb libovolný jiný plyn v nich dle libosti zřeďovat.

Je-li trubice dosti dlouhá a naplněná na př. vzduchem, nepřeskočí mezi elektrodami jiskra, spojíme-li je s póly indukční cívky. Zředíme-li však vzduch asi na 50 *mm* tlaku rtuti, počnou se v trubici objevovat fialové paprsky, jež při dalším zřeďování přejdou ve vlákno barvy červenavé, jež spojuje obě elektrody čarou všelijak zakřivenou. Při dalším ještě zřeďování přidruží se k němu vlákno druhé, třetí atd., až při tlaku asi 5 *mm* je celá trubice vyplněna červenavým světlem vycházejícím z anody a sahajícím až ke kathodě, od níž však jest odděleno tmavým prostorem; kathoda sama jest obklopena slabou září světla fialového. Zředíme-li vzduch asi na 3 *mm*, zvrství se světlo v celé trubici Při dalším zřeďování se temný pruh kolem kathody šíří, a červenavé světlo se stahuje k anodě. Při tlaku asi 0·1 *mm* zmizí světlo úplně a v trubici zůstává jen jakýsi šedý svit. Zředíme-li vzduch až asi na 0·03 *mm*, zmizí i tento svit; vnitřek trubice je temný, sklo však světélkuje, fosforeskuje, a to krásným světlem zelenavým, jak pozoroval již Plücker.

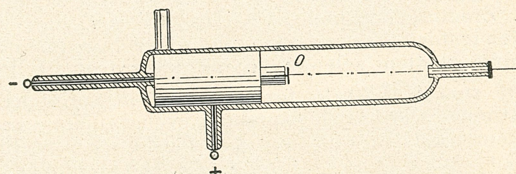
Hittorf seznal, že tato fosforescence je nejintensivnější naproti kathodě, a připsal ji paprskům vycházejícím z kathody, jež Goldstein nazval paprsky kathodovými. Paprsky ty mají, jak zjistili Hittorf, Crookes, Goldstein, a jiní, některé vlastnosti odlišné od vlastností obyčejného světla. Šíří se totiž přímočarně, budí silnou fosforescenci, magnet je od jejich směru odchyluje, v bodě, v němž je soustředíme dutým zrcadélkem, vzniká intensivní žár, a mají účinky mechanické.

Crookes vysvětloval pozorované úkazy tím, že kathodové paprsky jsou dráhy velmi malých elektrických částic hmoty v jakémsi novém „čtvrtém skupenství“. Mnozí tomu odporovali považujíce paprsky ty za zvláštní druh vlnivého pohybu; dnes se však většina fysiků naklonila domněnce Crookes-ově. Paprsky kathodové považujem za ionty elektrod nebo zbytků plynu obsaženého v trubici, neb obou, jež se od kathody vzdalují ohromnou rychlostí. Tím ovšem je pochopitelno jich chování v magnetickém neb elektrickém poli a jich účinky tepelné a mechanické.

Skutečně také Perrin dokázal hmotnost kathodových paprsků pokusem, a J. Thomson a Kaufmann odvodili měřením jich odchylky v magnetickém poli známé intensity rychlost, s jakou se ionty tyto pohybují, a náboj připadající na 1 *g* hmoty. Rychlost ta je tím větší, čím dokonalejší je vakuum v trubici, a dosahuje až 100.000 *km* za vteřinu, to jest třetinu rychlosti světla; náboj částic těch pak je tak ohromný, že na 1 *mg* hmoty připadne 108 Coulombů, čili 1000krát víc než při elektrolyse. Wilson dospěl k témže číslům jinou cestou.

Změněn-li plyn v trubici, nezměnily se vlastnosti paprsků ani kvantitativně ani kvalitativně. Ohromná pak rychlost, s jakou je nám tu činit, nasvědčuje tomu, že tyto „ionty“ nejsou atomy samy, nýbrž nepatrné jich díly.

Tělesa pevná jsou pro paprsky kathodové nepronikuutelná; vrhají stín. Pouze kov hliník (aluminium) tvoří výjimku, jak dokázal Hertz, neboť velmi tenkými jeho destičkami paprsky ty pronikají. Tohoto objevu užil Lenard ke studiu těchto paprsků ve vzduchu a jiných plynech. Opatřil totiž Geisslerovu trubici naproti kathodě okénkem, jež uzavřel lístkem hliníku osmkrát tenčím než jsou lístky, jichž užíváme v elektroskopech. Lístek takový nepropouští vzduch, avšak propouští kathodové paprsky, takže lze jich účinky studovat ve volném vzduchu nebo v jiné trubici připojené k prvé, jež obsahuje libovolný plyn nebo vzduch tak málo zředěný, že by v něm kathodové paprsky nevznikly. Trubice ta slove Lenard-ovou trubicí (obr. 46).



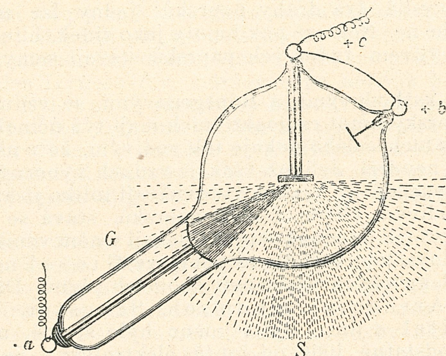
Obr. 46. Trubice Lenard-ova.

Kdežto ve vzduchoprázdnotě byly účinky paprsků těch patrné do vzdálenosti několika metrů, mizely v obyčejném vzduchu ve vzdálenosti několika centimetrů; přestalyť se šířit přímočarně a nastala jich diffuse, což opět nasvědčuje tomu, že tyto „ionty" jsou rozměrů tak nepatrných, že molekuly plynů jsou jim nepřekonatelnou překážkou. Lenard poznal pomocí své trubice, že stínítko opatřené nátěrem kyanidu baryoplatičitého vlivem kathodových paprsků silně fosforeskuje, a že paprsky ty působí na fotografickou desku. Fotografovalť pomocí paprsků těch kovové předměty položené na aluminiovou krabici, v níž byla fotografická deska.

Röntgen sleduje výzkumy Lenard-ovy shledal, že z toho místa trubice, kam dopadají kathodové paprsky, vychází nový druh paprsků, jež nazval „paprsky *X*", a které se po něm též zovou „paprsky Röntgenovými". Paprsky ty tak jako kathodové budí fosforescenci a působí na fotografickou desku, avšak magnet je neodchyluje. Dopadají-li na elektrické těleso, zbavují je náboje, ať bylo kladně neb záporně elektrické, kdežto paprsky kathodové zbavují tělesa kladně elektrická náboje rychleji než záporně elektrická, neelektrická pak činí záporně elektrickými. Kdežto paprsky kathodové vycházejí směrem kolmým s kathody, vystupují paprsky *X* všemi směry pronikajíce více méně všechna tělesa, a to tím snáze, čím menší jest jich měrná váha; na tom se zakládá fotografování neviditelných předmětů jako šperků v pouzdře, kostí v ruce atd.

Maso propouští paprsky ty snadno, kosti méně. Položíme-li na skřínku s fotografickou deskou ruku, na niž dopadají Röntgenovy paprsky, zeslabí je maso ruky nepatrně, avšak kosti značně; na desce se objeví obrysy ruky světlejší než okolí, a obrysy kostí ještě světlejší.

V každém tělese vznikají vlivem kathodových paprsků paprsky Röntgenovy; ve skle na př. poměrně málo, avšak mnohem více v platině. Proto se v trubici (obr. 47) staví proti kathodě platinová destička vodivě spojená s anodou, t. zv.



Obr. 47. Vyvozování Röntgenových paprsků.

antikathoda, ze které paprsky Röntgenovy vycházejí. Kathodě se dává tvar dutého zrcadla, do jehož středu křivosti se staví antikathoda, takže Röntgenovy paprsky vycházejí z jediného bodu, v němž jsou buzeny dopadajícími naň paprsky kathodovými.

Avšak i ve vzduchu mohou vzniknout Röntgenovy paprsky. Dle Nodon-a vznikají v elektrickém poli vlivem paprsků ultrafialových.

Příslušný pokus proveden následovně: Kovová deska spojena s elektrikou a proti ní postavena deska druhá, spojená se zemí. Dáme-li dopadat ultrafialovým paprskům na jednu z obou desek, vzniknou paprsky Röntgenovy, jež se šíří pouze směrem silokřivek, a jsou nejintensivnější, dopadají-li paprsky ultrafialové na desku zápornou, čili shoduje-li se směr těchto paprsků se směrem silokřivek.

Becquerel seznal, že uran a některé jeho sloučeniny, hlavně smolec (smolná ruda), vysílají paprsky podobných vlastností jako paprsky *X*.

Manželé Curie-ovi vyloučili ze smolce uran a obdrželi sloučeniny vismutu a barya o zářivosti až 50.000krát vyšší než

je zářivost uranu; tuto zářivost vysvětlovali existencí neznámých dosud prvků, jež nazvali radium a polonium. Giesel pak připravuje soli obsahující radium, jichž zářivost nutno označit číslem 1,500.000, označíme-li zářivost smolce jednotkou. Milligram toho praeparatu stojí 18 K, tedy 1 *kg* stojí 18 mill. K. Démanty už přestaly býti hmotami nejdražšími.

Debierne připravil sloučeniny thoria, jichž zářivost je velmi značná, a připisuje ji prvku thoriu příbuznému, jejž nazval aktinium. Všechny zde uvedené hmoty nazýváme hmotami radioaktivními.

Radium vysílá dva druhy paprsků; jedny lze magnetem odchýlit, druhé ne. Některé pak hmoty jako zinek, hliník, olovo, papír a j. se vlivem radiových paprsků stávají samy dočasně zářivými.

Paprsky kathodovými a Röntgenovými se vzduch stává vodivým; paprsky hmot radioaktivních mají týž účinek. Prášek radia učiní vzduch celého pokoje tak vodivým, že v něm žádný vodič náboje neudrží. Jelikož však je vzduch výborný isolator, a rozdíly potencialů se v něm vyrovnávají toliko jiskrou, tedy stane-li se vodivým vlivem těchto paprsků, stává se vodivým „elektrolyticky“ čili uvedené paprsky dávají v něm vznik iontům. Takto vysvětloval vodivost plynů ponejprv Giesel na základě pozorování elektrických vlastností žhoucích plynů. Dále názor ten rozšířili Arrhenius, Thomson, Schuster, Wilson, Elster, Geitel a jiní. Byť i jmeno bylo stejné, mohou se ionty tyto podstatně lišit od iontů elektrolysy. Společnými vlastnostmi obou jsou kladný a záporný náboj a postupný pohyb, jehož rychlost je závislá na svahu potencialu. Snad souvisí vznik iontů se změnou kyslíku v ozon, kterou paprsky ty působí.

Všechny tyto paprsky usnadňují ve vzduchu srážení par tvoříce jakási kondensační střediska, jak dokázal Wilson. Později dokázal Lenard totéž, neznaje práci Wilsonovu, a nazval centra ta „mlžnými jádry“ (Nebelkerne).

Konečně shledal Lenard, že také ultrafialové světlo — neviditelná to část rozloženého slunečního spektra za barvou fialovou, o délce vln $\lambda = 0{\cdot}00014 - 0{\cdot}00019$ *mm* — má podobné účinky. Vzduch se jich vlivem stává vodivým, kladně elektrická deska jich vlivem pozbývá náboj, avšak také záporně elektrická deska se stává neelektrickou, ač mnohem pomaleji.

Lenard seznal, že se náboj vodiče nerozptyluje do vzduchu, nýbrž že vlivem ultrafialového světla proudí opačná elektřina ze vzduchu k vodiči. Proud vzduchu směřující k vodiči zesiluje tento účinek, proud směru opačného jej zeslabuje. Vznikají tedy ve vzduchu ultrafialovým světlem (v širším toho slova smyslu) ionty, jež se volně pohybují, a sice záporné rychleji než kladné. Lenard postavil proti sobě kovové desky, z nichž jedna měla potencial — 1550 Voltů, druhá potencial nullu. Za 10 vteřin klesl vlivem ultrafialových paprsků potencial prvé

o 10 Voltů, kdežto druhá nabyla — 32 Voltů; získáno tedy ze vzduchu elektřiny záporné víc než kladné.

Vzduch paprsky ultrafialové silně pohlcuje; proto sestrojil Schumann pro jich studium vakuový spektrograf, jímž umožněno fotografování spektra ve vakuu. Přístrojem tím dokázal, že světlo vodíku je bohato ultrafialovými paprsky nejkratších vln až do $\lambda = 0{\cdot}00010$ *mm*. Dle toho je pravděpodobno, že paprsky tyto jsou hojně obsaženy ve slunečním světle; vysílajíť je hlavně sluneční protuberance, ale horní vrstvy zemského ovzduší je pohlcují.

Rutherford shledal, že paprsky, které sálá kysličník thoria, činí záporně elektrická tělesa radioaktivními. Elster a Geitel shledali při atmosférickém vzduchu touž vlastnost. Na síti z mosazného drátu, kterou bylo lze přiklopiti přes mosazný válec Linss-ův, udržován po několik hodin záporný potencial. Byl-li po té přes válec Linssův překlopen válec skleněný a přes ten zmíněná síť, zmizel náboj válce velmi rychle rychlost zvýšena v poměru 6 : 1. Udržován-li před pokusem na síti potencial kladný, nebylo lze pozorovat žádný účinek. Vodivosti časem ubývalo, avšak ještě po několika dnech byla znatelná.

Elster a Geitel napnuli v zahradě isolovaně měděné dráty 20—30 *m* dlouhé, kterým udělovali po 24 hod. tak silný záporný náboj, že z nich přeskakovaly jiskry až 2 *mm* dlouhé. Povrch drátů se stal radioaktivním. Byl-li třen papírem smočeným kyselinou solnou nebo čpavkem, pozbyl aktivnosti, avšak papír sám se stal radioaktivním; byl li papír spálen, zůstavil po sobě radioaktivní popel.



OBSAH.

	Str.
Předmluva	3
1. Bouřný mrak	5
2. Elektřina atmosférická	10
3. Vznik bouřek	42
4. Blesk	59
a) Blesk klikatý	59
b) „ plošný	67
c) „ kulový	70
5. Účinky blesku	95
a) Účinky zvukové	95
b) „ chemické	99
c) „ tepelné	100
d) „ magnetické	116
e) „ mechanické	120
f) „ fysiologické	126
6. Ochrana proti blesku	139
Poznámky z oboru fysiky	166
a) O síle a práci	166
b) O elektřině statické	167
c) O elektrickém proudu	177
d) O elektrolysi	179
e) O elektromagnetismu	180
f) O elektrické indukci	182
g) O theorii iontů	184
Obsah	190
Seznam vyobrazení	191
Opravy	192

Seznam vyobrazení.

1. Schema Hommer-ova přístroje pro zjištění elektřiny v ovzduší.
2. Prokop Diviš (* 1696, † 1765), vynálezce hromosvodu.
3. Divišův hromosvod.
4. a 5. Exnerův elektroskop a svíčka na isolované holi.
6. Obrovské kroupy.
7. Mapka isobront za bouřky 16. července 1884 dle Börnsteina.
8. Blesk klikatý.
9. Mnohonásobný blesk klikatý.
10. Blesk páskový (stuhový).
11. Složený blesk klikatý.
12. Šíření se hromu.
13. Blesk růžencový.
14. Kabel zničený bleskem.
15. Kabel zničený bleskem.
16. Zrcadlo zasažené bleskem.
17. Fotografie elektrického výboje vysokého napjetí proti citlivé desce.
18. Fotografie elektrického výboje vysokého napjetí z citlivé desky.
19. Brasilský fulgurit.
20. Paderbornský fulgurit.
21. Čedičový balvan zmagnetovaný bleskem.
22. a 23. Sklenice poškozená bleskem.
24. Dub roztříštěný bleskem.
25. Americký lovec, jemuž blesk roztrhal oděv.
26. Obuv rozbitá bleskem.
27 Bleskový obrazec na zádech člověka.
28. Arteměvův ochranný oděv proti elektřině vysokého napjetí.
29. Normalní štyrská stanice pro střelbu proti krupobití
30. Bočný výboj Leydenské lahve.
31. Melsens-ova soustava hromosvodná.
32. Schema telefonní pojistky.
33. Umístění hromosvodů soustavy Siemens-Halske.
34. Výboj na hromosvodu soustavy Siemens-Halske.
35. Úder blesku do Eiffelovy věže v Paříži.
36. Elektrické pole dvou bodů, z nichž jeden má náboj $+ m$, druhý $- m$.
37. Elektrické pole jednoho bodu s isolovaným vodičem.
38. Elektrické pole jednoho bodu s vodičem spojeným se zemí.
39. Vybití Leydenské lahve pomocí solenoidu.
40. Lodge-ovy Leydenské lahve.
41. Branly-ův kohaerer.
42. Elektrolytický přístroj.
43. Silokřivky solenoidu.
44. Ruhmkorff-ova indukční cívka.
45. Jiskra z Ruhmkorff-ovy indukční cívky.
46. Trubice Lenard-ova.
47. Vyvozování Röntgenových paprsků.

Opravy.

						místo:	má být:
Na	str.	34.	řádka	4.	zdola	1 *cm*	1 cm^2
"	"	44.	"	7.	"	$\frac{v_2}{v_2}$	$\frac{v_2}{v_1}$
"	"	60.	"	6.	"	č. 3	č. 9
"	"	61.	"	4.	"	obr. 9	obr. 10 a 35
"	"	62.	"	14.	"	obr. 10	obr. 11
"	"	69.	"	12.	"	hustota a prostředí	hustota prostředí
"	"	106.	"	20.	"	vyhořené	vytvořené
"	"	151.	"	6.	"	Schärdling-u	Schärding-u
"	"	151.	"	4.	"	koupám	kroupám

DRUHÉ VYDÁNÍ.

O BOUŘKÁCH.

NAPSAL
JAROSLAV SIMONIDES,
C. K. PROFESSOR.



NÁKLADEM KNIHKUPECTVÍ E. WEINFURTRA V PRAZE-II.

LITOGRAFIE A TISK M. TŮMY V PRAZE.